

**VERSUCHE ZUR CHIRURGISCHEN
BEEINFLUSSUNG EINES HYPERTONUS**

VON

Josef Fabian - Krause

AUS

Labau/CSSR

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann

VERSUCHE ZUR CHIRURGISCHEN BEEINFLUSSUNG EINES HYPERTONUS

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Josef Fabian-Krause
aus
Labau/CSSR

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg

VERSUCHE ZUR CHIRURGISCHEN
BEEINFLUSSUNG EINES HYPERTONUS

INCHONAT - HYPERTONUS
IM VERLAUF DER ERSTEN
UND ZWEITEN CHIRURGISCHEN
PRÜFUNG



Dekan: Professor Dr. G. Koch

Referent: Professor Dr. H. Bünte

Korreferent: Professor Dr. G. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung: 13. Juni 1972

Inhalt

A. Einleitung

B. Material und Methodik

I. Versuchstiere

II. Narkose

III. Operationstechnik

IV. Messung der Blutdruckwerte

V. Methoden der Auswertung

C. Ergebnisse

I. Übersicht

II. Ergebnisse der Fehlerrechnung

III. Ergebnisse der einzelnen Versuche

IV. Zusammenfassung der Ergebnisse

D. Diskussion

I. Druckabfall-Zeit Relation

II. Abhängigkeit der Druckänderung vom Verengungsgrad

III. Abhängigkeit der Druckänderung von der Verengung der A. carotis interna

IV. Abhängigkeit der Druckänderung von der Verengung der A. carotis externa

V. Abhängigkeit der Blutdruckamplitudenänderung von der Mitteldruckänderung

VI. Zusammenfassung der Diskussion

E. Zusammenfassung

F. Literatur

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Einleitung.

Der periphere Blutdruck des Warmblüters wird durch ein spezielles Regelsystem der jeweiligen Kreislaufsituation angepasst. "Regelgröße" ist der Blutdruck der auf einem fixierten "Sollwert" gehalten wird. Zur Einstellung des Sollwertes dienen "Fühler", die entsprechend dem "Istwert" des Blutdruckes erregt werden und letzteren einem "Meßwerk" melden. Das Meßwerk als eigentlicher "Regler" gibt Signale an effektorische Organe:

"Stellglieder", welche die Regelgröße in der Richtung beeinflussen, daß Istwert und Sollwert sich decken.

Der Regelkreis ist geschlossen und nach dem Prinzip der "negativen Rückkoppelung" geschaltet.

Das Meßwerk wird durch medulläre Zentren dargestellt. Die Effektoren sind das Herz und die Gefäßeigenmuskulatur. Als Fühler wirken "Pressorezeptoren", das sind Blutdruckrezeptoren, die hauptsächlich im Gebiet des Sinus caroticus und im Gebiet des Aortenbogens anzutreffen sind. In der Media und auch zwischen den kollagenen Schichten der Adventitia der Gefäßwand des Sinus caroticus finden sich zahlreiche Rezeptoren in Form buschartig verflochtener Nervenfasern mit Endorganen, die durch Dehnung der Wand erregt werden. Steigt der Blutdruck, so nimmt die Dehnung der Wand des Sinus caroticus zu und die Rezeptoren werden stärker erregt.

Der Karotissinus ist ein wichtiges "Organ" der fortlaufenden Blutdruckmessung. Die Nervenimpulse werden in Karotissinuskernen, einem Ast des N.glossopharyngeus gesammelt und der Medulla oblongata zugeleitet.

Weitere Rezeptoren sind in der Wand des Arcus aortae und des Truncus brachiocephalicus zu finden. Hier übermittelt der Aortennerv, ein Vagusast, die Afferenzen der Medulla oblongata.

Diese vier pressorezeptorischen Areale zeigen bei normalem Blutdruck ein bestimmtes Erregungsmuster, welches für die Aufrechterhaltung des Blutdruckniveaus verantwortlich ist. Bei Unterbrechung einer der afferenten Bahnen erhöht sich der arterielle Mitteldruck. Durchtrennt man alle afferenten Bahnen, so erfolgt ein Druckanstieg bis 250 mmHg und mehr. Die Pressorezeptoren beeinflussen die medullären Zentren stets im Sinne einer Blutdruckzügelung; nach ihrer Ausschaltung stellt sich ein sog. "Entzügelungshochdruck" ein. (1,5)

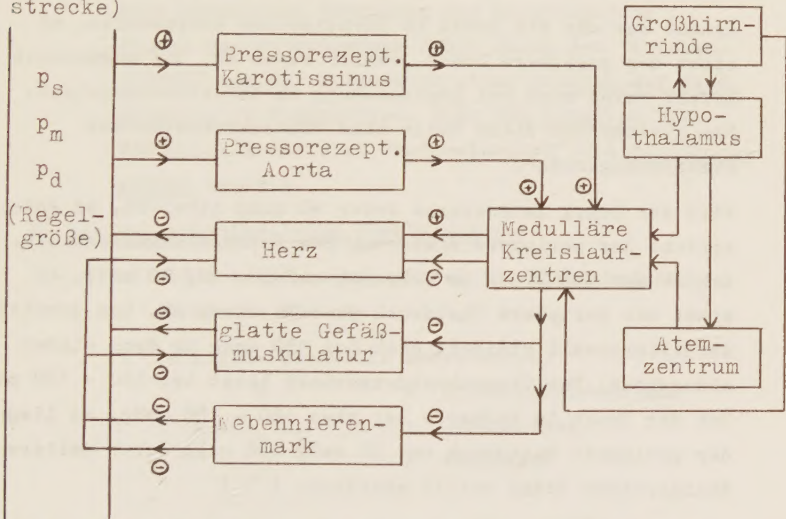
Drucksteigerung im Karotissinus löst depressorische Gegenregulationen im Kreislaufsystem aus. Umgekehrt führt eine Drucksenkung im Karotissinus zur Pressorischen Kreislaufreaktion. Die durch medulläre Kreislaufzentren vermittelten, pressorischen oder depressorischen Effekte der Blutdruckzügler werden durch verschiedene "Stellglieder" bewirkt. So wird bei der depressorischen Wirkung der Sympathikotonus am Herzen vermindert, der Vagotonus erhöht. Folgen sind Bradykardie infolge der negativ-chronotropen Wirkung des Vagus und ein negativ-inotroper Effekt infolge des abgeschwächten Sympathikotonus. Am Gefäßsystem bewirkt die Abschwächung des sympathischen Vasokonstriktorentonus eine Abnahme des peripheren Strömungswiderstandes und damit eine Erniedrigung des arteriellen Blutdruckes. Zudem führt eine Dilatation der Venen und Venolen zur Vergrößerung des venösen Blutvolumens auf Kosten des zentralen Blutvolumens. Dadurch nimmt auch das Herzminutenvolumen ab. Begünstigt werden diese Effekte noch durch die verminderte Aktivität der Nn.splanchnici, welche zu einer verminderten Catecholaminausschüttung aus dem Nebennierenmark führt. (1,5)

Durch umgekehrte Effekte wird eine pressorische Wirkung erzielt.

Abb. 1. Blockscheema der Blutdruckregelung

Blutbahn

(Regel-
strecke)



Die Pfeile geben die Richtung des Signalfusses bzw. der mechanischen Wirkungen an. Die Zeichen + und - bedeuten Zunahme und Abnahme der Impulsfrequenz, der mechanischen Wirkung bzw. der Hormonmenge unter der Voraussetzung, daß es sich um die Darstellung eines depressorischen Effektes bei zu hoch angestiegenem Blutdruck handelt.

(Ranke 1960 und Keidel 1960)

Im Tierexperiment kann am " Karotissinus-Präparat" eine Untersuchung der blutdruckregelnden Wirkung der pressorezeptorischen Areale durchgeführt werden. Man geht dazu so vor, daß man die carotis communis, die carotis interna und die carotis externa unterbindet und in die carotis communis distal der Unterbindungsstelle eine Kanüle einführt. Durch diese läßt sich nun der Karotissinus unter wechselnde Drucke setzen. Der zugehörige Karotissinusnerv darf nicht verletzt werden. (1,5)

Man kann nun den Druck im Karotissinus unabhängig vom peripheren Blutdruck variieren. Die Rückkoppelungsschleife ist bei dieser Untersuchung "am aufgeschnittenen Regelkreis" unterbrochen, eine Regelung ist nicht mehr möglich. Erhöht man nun den Druck im Karotissinus stufenweise, so sinkt der periphere Druck jeweils etwas ab; der umgekehrte Effekt zeigt sich bei Drucksenkung im Karotissinusgebiet. Man gewinnt auf diese Weise eine "Charakteristik der Pressorezeptoren".

Wird der Druck im Präparat unter 40 mmHg gehalten, so entspricht der periphere Blutdruck dem Entzügelungshochdruck. Erhöht man den Druck im Präparat auf 50, 60, 70 mmHg, so sinkt der periphere Blutdruck jeweils etwas ab. Das jeweilige Abfallintervall steigert sich bei 130 mmHg um dann wieder abzunehmen. Der Überschneidungspunkt liegt bei 100 - 130 mmHg. Ist der Druck im Präparat bei etwa 160 - 180 mmHg, so liegt der periphere Blutdruck bei 50 mmHg und soll durch weitere Steigerungen nicht weiter absinken. (1)

Aus diesen physiologischen Angaben geht klar hervor, daß eine Drucksteigerung im Gebiet des Sinus caroticus zu einer Senkung des peripheren Blutdruckes führt.

Unsere Untersuchungen bezogen sich auf eine Blutdrucksenkung unter Ausnützung des intakten Regelkreises.

Arbeitshypothese.
=====

A) Prinzip:

Eine künstliche Verengung der Karotisgefäße distal des Karotissinus führt durch den "Aufstau-effekt" vor der Stenose zu einer Zunahme der Wandspannung im Sinusgebiet. Über den intakten Blutdruckregelkreis wird "reflektorisch" ein Blutdruckabfall bewirkt.

B) Strömungsphysikalische Überlegungen:

a) Widerstandszunahme distal des Karotissinus durch die Stenose

1. Hagen-Poiseuille'sches Gesetz

$$W = \frac{K}{r^4}$$

W Strömungswiderstand
r Gefäßradius
K Konstante

Wenn r kleiner wird (Stenose) wird W größer. Die künstliche Stenose der Carotiden bewirkt eine Widerstandszunahme im Gefäßgebiet distal des Karotissinus.

2. Windkesselgleichung

$$p(t) = p_0 \cdot e^{-\frac{W}{E'} \cdot t}$$

- t
p Druck zur Zeit t
p₀ Druck zur Zeit
e Euler'sche Zahl
t Zeit
a Zeit konstante
E' Volumenelastizität
des Gefäßes

sofort durch gegenregulatorische Maßnahmen ausgeglichen werden. (2)

2. Bietet man den Fühlern einen dauernd vom Sollwert abweichenden Istwert an, so wird der Regler über die Schleife der negativen Rückkoppelung diese Störgröße so ausgleichen, daß er den gemessenen Istwert dem Sollwert angleicht. (2)
3. Da der Istwert hauptsächlich im Karotissinus gemessen wird, führt eine Änderung des Druckes an dieser Stelle zu einer Gegenregulation im peripheren Kreislaufsystem.

D) Formulierung der Arbeitshypothese

1. Strömungsphysikalisch kann postuliert werden, daß eine Stenosierung der Carotisgefäße distal des Sinus Caroticus zu einer Erhöhung der Wanddehnung im Sinus caroticus führt.
2. Über den Mechanismus der negativen Rückkoppelung sollte eine Druckerhöhung im Sinus caroticus mit einer peripheren Druckminderung beantwortet werden.

Material und Methodik

Grundlage der Experimente mußte eine genaue, empfindliche und möglichst trägheitslose Blutdruckmessung sein. Diese Voraussetzungen erfüllte die blutige Blutdruckmessung mit dem elektronischen Manometer "Telco M 41 R" und dem dazu passenden induktiven Druckrezeptor "RA 8" der Firma Siemens. Zur kontinuierlichen Registrierung der Meßwerte verwendeten wir einen Tuscheschreiber "Kompensograph" der gleichen Firma.

Versuchstiere

Die Versuche wurden an zehn Schäferhunden mittleren Alters mit einem Durchschnittsgewicht von 32 kg durchgeführt.

Narkose

Die Operationen wurden in Barbituratnarkose mit "Trapanal^R" der Firma "Promonta GmbH. Hamburg" vorgenommen. Alle Tiere wurden vor dem Eingriff endotracheal intubiert und während der Operation assistiert beatmet.

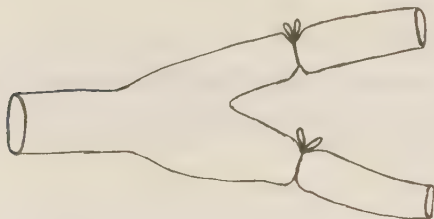
Bei den Versuchen No.I und No.II applizierten wir das Barbiturat intravenös in Dosen von 2x1 mg im Abstand von etwa 60 min.

Alle übrigen Tiere erhielten eine Dauertropfinfusion mit 1 g Trapanal^R auf 500 ml 5% Glukose. Konstante Tropfgeschwindigkeiten von 28 Tropfen/min sorgten für gleichbleibende Narkosetiefe bei allen Messungen.

Operationstechnik

Zunächst wurde mit einem Längsschnitt in der Mittellinie die Haut der vorderen Halsregion eröffnet. Faszien und Muskulatur wurden gespalten oder abpräpariert um die Loge der Arteria carotis freizulegen. In der Tiefe wurde die Carotis aufgesucht

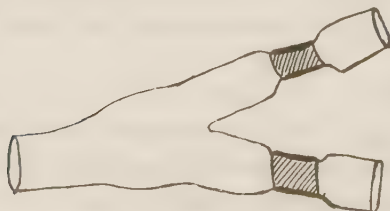
und, nach vorsichtiger Präparation des N.vagus, mittels einer Mersileneschlinge fixiert. Durch Präparieren entlang des Gefäßes wurde die Teilungsstelle der Carotis und der Sinus caroticus freigelegt. Im nächsten Schritt wurden nun die a.carotis externa und die a.carotis interna etwa einen Zentimeter nach der Bifurkation mit einer Mersileneschlinge verschieden weit eingeengt.



Etwas anders wurde bei den Versuchen No. IX und No.X verfahren:

Modifikation 1 (Versuch No. IX)

Die Einengung der beiden Gefäße erfolgte nicht mittels Mersilene, sondern ein 1,5 cm breites sterilisiertes Seidenband diente zur Verengung der Gefäßlumina. Die Stenose bestand hier in einer Breite von etwa 3 cm.



Modifikation 2 (Versuch No. X)

Die Einengung der Gefäße wurde mit einer Plastikmanschette von etwa 1,5 cm Breite vorgenommen. Dazu wurde ein Stück eines Infusionsschlauches längs aufgetrennt und über das Gefäß geschoben. Je drei Mersileneschlingen dienten der Fixation der Manschette.



Die Operationen No.I und No.II wurden beidseitig vorgenommen, alle anderen Eingriffe betrafen nur die linke Seite.

Meßmethoden

a) Schaltung

Der verwendete Druckrezeptor "RA 8" arbeitet nach dem Prinzip des induktiven Druckrezeptors. Die durch den einwirkenden Druck hervorgerufenen Verformungen eines Quarzkristalles verändern den Widerstand und damit die Eigenfrequenz eines Schwingkreises. Die Frequenzänderungen werden im elektronischen Manometer "Telco M 41 R" verstärkt und transformiert. Über einen weiteren verstellbaren Verstärker wird der "Kompen-sograph" mit dem Telco-Gerät verbunden.

b) Eichung

Vor der Eichung muß die Nullage des Gerätes in allen Empfindlichkeitsstufen "abgeglichen" werden. Der Abgleich darf erst erfolgen, nachdem das Gerät eine

Stunde lang aufgeheizt wurde. Die Eichung wird mit einem in mmHg geeichten "Gauer'schen Manometer" vorgenommen. Dieses schlossen wir an den Rezeptor an und eichten das Telco-Gerät mit 10 mmHg, 50 mmHg und 100 mmHg. Gleichzeitig überwachten wir die Stabilität der Nullage. Die Eichung des Telco-Manometers wiederholten wir vor jeder Meßreihe.

c) Einführung des Arterienkatheters

Die A.femoralis wird palpatorisch aufgesucht und auf eine Strecke von etwa 3 cm freigelegt. Nach Fixation des Gefäßes mit zwei Mersileneschlingen wird es mittels eines kleinen Querschnittes eröffnet und der Katheter, ein Infusionsschlauch, wird etwa 30 cm weit nach proximal in das Gefäß eingeschoben. Durch vorheriges Ausmessen kann man die Länge des Katheters in etwa so bestimmen, daß er bis in die A. iliaca communis hinaufreicht. Bei ein und demselben Hund wurden die Katheterlänge immer so gewählt, daß das Kathetederende immer am selben Ort zu liegen kam.

d) Verbindung des Katheters mit dem Rezeptor

Um zu verhindern, daß der empfindliche Rezeptor durch einströmendes Blut verstopft wurde, injizierten wir durch den Infusionseingang des RA 8 ein Gemisch aus Kochsalz und Heparin (Liquemin^R). Dadurch konnten wir auch die Entstehung von Luftblasen im Schlauchsystem vermeiden.

Messung der Blutdruckwerte

a) Meßdauer

Vor der Operation registrierten wir grundsätzlich mindestens 50 min lang, nach der Operation war die Dauer der Messungen verschieden. Weitere Messungen wurden am ersten oder zweiten postoperativen Tag vorgenommen.

b) Meß- und Ablesetechnik

Jede Messung umfaßt drei verschiedene Meßwertreihen: systolischer Blutdruck (p_s), mittlerer Blutdruck (p_m) und diastolischer Blutdruck (p_d). Der "mittlere Blutdruck" ist dabei nicht das arithmetische Mittel von systolischem und diastolischem Blutdruckwert, sondern er stellt das Mittel aller in der Zeiteinheit aufgetretenen Druckwerte dar und ist daher von der zeitlichen Änderung der Momentanwerte abhängig. Das Telco-Manometer verfügt über eine "Integrationsschaltung", über welche der Mitteldruck unmittelbar meßbar ist.

Bei jedem Versuch verwendeten wir zwei unabhängige Ablesemethoden. In bestimmten zeitlichen Abständen wurden die Druckwerte an der Manometeruhr abgelesen und tabellarisch festgehalten. Mit dem Tuscheschreiber wurde kontinuierlich registriert. Die aus den Tabellen des Anhanges ersichtlichen Einzelmeßwerte entstanden durch Vergleich der beiden Ergebnisse.

Die Registrierkurven des Kompensographen wurden durch Eichzacken objektiviert. Da sich herausstellte, daß der Schreiber über längere Zeiträume nur bedingt amplitudenstabil blieb, wurden alle 15 min Nachzeichnungen vorgenommen, worauf sich die Vergleichswerte von Manometeruhr und Kompensograph weithin deckten. Außerdem wurde während der Messung der Nullabgleich des Manometers alle 15 min kontrolliert. Eine Nacheichung des Manometers erwies sich dagegen als nicht notwendig. Alle Messungen führten wir bei der Empfindlichkeitseinstellung "200" des Telco-Gerätes aus; 1 Skalenteil der Manometeruhr entspricht dabei 2 mmHg.

Methoden der Auswertung

a) Berechnung der Mittelwerte

Bei jeder Messung wurden die Mittelwerte aller drei Meßwertreihen (praeoperativ und postoperativ) berechnet. Jeder Mittelwert berechnet sich dabei aus zehn aufeinanderfolgenden Meßwerten.

Die Mittelwerte der praeoperativen Messung (M_v) ergeben sich als arithmetische Mittel der ersten zehn praeoperativ gemessenen Einzelwerte.

Die Mittelwerte der ersten postoperativen Messung (M_n) welche am Tag der Operation durchgeführt wurde, wurden aus den letzten zehn Meßwerten dieser Meßreihe errechnet.

Ebenso erfolgte die Bestimmung der Mittelwerte weiterer postoperativer Meßreihen (M_{s1} , M_{s2} , 1 Tag postop, 2 Tage postop). Hier standen immer nur je zehn Einzelwerte zur Verfügung.

Alle Mittelwerte wurden auf eine Dezimalstelle berechnet und auf- oder abgerundet, da die Meßgenauigkeit der Apparatur auf 1 mmHg beschränkt ist.

b) Festlegung des Verengungsgrades

Der "Verengungsgrad" wurde definiert als der, in Prozent angegebene Quotient aus "Gefäßlumenabnahme" zu praeoperativer Gefäßlumenweite".

$$V = \frac{\text{Gefäßlumenabnahme}}{\text{praeoperative Gefäßlumenweite}} \times 100 (\%)$$

Die Gefäßlumenweite wurde postmortal bei der Sektion des Versuchstieres bestimmt. Das Gebiet der verengten Carotiden wurde freigelegt und ein Präparat mit etwa 4 cm Carotis communis, 4 cm Carotis interna und 4 cm Carotis externa wurde herausgeschnitten.

An diesem Präparat erfolgten nun die Messungen der Gefäßlumenparameter. Die Lumenweiten wurden mit Hegarstiften bestimmt. Die "praeoperative" Gefäßlumenweite wurde am geeigneten praestenotischen oder poststenotischen Arealen ausgemessen. Die Gefäßlumenabnahme resultierte dann als Differenz der "praeoperativen" Gefäßlumenweite minus der Lumenweite der Stenose.

Bei den Versuchen No. I, No. II, No. III wurde die Lumenveränderung lediglich geschätzt ohne objektiv durch Messung mit Hegarstiften festgestellt zu werden. Diese Versuche wurden in Betrachtungen über Relationen zum Verengungsgrad nicht berücksichtigt. Zahlenwerte des Verengungsgrades finden sich im Abschnitt "Ergebnisse der einzelnen Versuche".

c) Berechnung der relativen Druckänderung

Der "relative Druckabfall" ist definiert als der, in Prozent angegebene Quotient von Druckänderung (mmHg) zu praeoperativ ermitteltem Druckwert (mmHg).

$$Z = \frac{\text{Druckänderung}}{\text{praeoperativer Druckwert}} \times 100 (\%)$$

d) Fehlerrechnung

Angaben von arithmetischen Mittelwerten sind nur in Verbindung mit Fehlerangaben sinnvoll. Es wird daher eine genaue Fehlerrechnung durchgeführt.

Berechnet werden:

der Mittelwert	M
der "absolute Fehler"	f
der "relative Fehler"	r
der "mittlere Fehler des Mittelwertes"	<u>s</u>
die "Streubreite der Einzelwerte"	S

Mathematische Formeln

$$1) \quad M = \frac{\text{Summe aller Einzelwerte}}{\text{Anzahl der Meßwerte}}$$

$$2) \quad f = Y - M$$

$$\text{Summe aller } F^2$$

$$3) \quad S = \frac{\quad}{n - 1}$$

$$4) \quad \underline{s} = \frac{S}{n}$$

$$5) \quad r = \frac{S}{M} \quad \times 100 (\%)$$

Legende: Y Meßwert

n Anzahl der Meßwerte

e) Signifikanzrechnung

Zwei Meßreihen sind dann "signifikant verschieden", wenn die Differenz ihrer Mittelwerte größer ist, als das dreifache jedes einzelnen mittleren Fehlers des Mittelwertes.

M_a und M_b sind "signifikant verschieden",

wenn 1. $M_a - M_b$ größer als $3 \underline{s}_a$

und wenn 2. $M_a - M_b$ größer als $3 \underline{s}_b$

Ist eine der beiden Bedingungen nicht erfüllt, so sind die Werte "signifikant nicht verschieden".

Ergebnisse
=====

Übersicht über die Versuchsergebnisse

Die folgende Tabelle Nr. 1 gibt einen Überblick über die wichtigsten Ergebnisdaten der einzelnen Versuche.

Aufgeführt sind:

- | | |
|--|-------|
| a) Nummer des Versuches | "No." |
| Genauere Angaben zu den Versuchen sind aus den Anhangstabellen und dem Abschnitt "Material und Methodik" zu ersehen. | |
| b) Operationsmethode | "OP" |
| Beschreibungen der einzelnen Modifikationen im Abschnitt "Material und Methodik". | |
| c) Verengungsgrad | " V " |
| Definition und Berechnung wurden oben beschrieben. ("Material und Methodik") | |
| d) Mittelwerte der Meßreihen | " M " |
| Indices: "v.praeop" praeoperativ | |
| "n.postop" postoperativ | |
| "1.letzt.Mess." letzte Messung | |
| Jeweils untereinander werden zusammengehörige Werte in der Reihenfolge p_s , p_m und p_d aufgeführt. | |
| e) Relative Blutdruckänderung | " Z " |
| Die relative Blutdruckänderung wurde von der letzten Messung im Verhältnis zum praeoperativen Druckwert angegeben. | |
| Definition in "Material und Methodik". | |

Benennungen: Alle unbenannten Werte sind in mmHg angegeben.

Andere Benennungen sind hinter den entsprechenden Werten erwähnt.

Tabelle Nr. 1

=====

Versuchs- nummer No.	Operations- Methode OP	Verengungs- grad V	praeop. M_V	letzt. Mess. M_1	Z
I	beidseitig	car.ext.50% ¹	p_s 180	110	39%
	car.ext.+	car.int.50% ¹	p_m 165	100	40%
	car.int.		p_d 150	85	43%
II	beidseitig	car.ext.75% ¹	p_s 190	145	24%
	car.ext.+	car.int.25% ¹	p_m 172	134	22%
	car.int.		p_d 162	124	24%
III	beidseitig	car.ext.50% ¹	p_s 209	116	45%
	car.ext.+	car.int.50% ¹	p_m 200	109	46%
	car.int.		p_d 190	98	47%
IV	linksseitig	car.ext.100%	p_s 201	102	49%
	car.ext.+	car.int.100%	p_m 188	98	48%
	car.int.		p_d 172	94	45%
V	linksseitig	car.ext.66%	p_s 155	95	39%
	car.ext.+	car.int.60%	p_m 143	89	36%
	car.int.		p_d 136	79	42%
VI	linksseitig	car.ext.25%	p_s 150	96	37%
	car.ext.+	car.int.20%	p_m 139	89	36%
	car.int.		p_d 130	80	38%
VII	linksseitig	car.ext.100%	p_s 188	144	23%
	car.ext.+	car.int. 80%	p_m 179	132	26%
	car.int.		p_d 169	124	27%
VIII	linksseitig	car.ext. ³ 0/%	p_s 157	158	(1%) ²
	car.ext.+	car.int. ³ 0%	p_m 147	143	(3%) ²
	car.int.		p_d 130	127	(2%) ²
IX	links ext.+	car.ext.50%	p_s 141	34	76%
	int.	car.int.40%	p_m 131	28	79%
	"mit 1,5cm breitem Lei- nenband"		p_d 121	23	81%

Tabelle Nr. 1

=====

Versuchs- nummer No.	Operations- Methode OP	Verengungs- grad V	praeop. M_v	letzt. Mess. M_1	Z
X	linksseitig	car.ext.75%	p_s 151	122	19%
	ext.+int.mit "Manschette"	car.int.40%	p_m 141	111	21%
	aus Infusions- schlauch		p_d 131	103	21%

¹ Der Verengungsgrad wurde geschätzt und retrospektiv nicht objektiviert. Diese Versuche wurden bei allen Berechnungen, die Relationen zum Verengungsgrad betrachten, ausgeklammert.

² Die Klammer besagt, daß bei diesem Versuch keine signifikante Druckänderung eintrat.

³ Bei der Sektion des Versuchstieres zeigte sich, daß sich die Mersileneschlinge, die die Gefäße einengen sollte, gelöst hatte, sodaß keine Verengung bestand.

Ergebnisse der Fehlerrechnung.

=====

Nach den im Abschnitt "Methoden der Auswertung" angegebenen mathematischen Formeln wurden folgende Berechnungen vorgenommen:

M arithmetischer Mittelwert einer Meßreihe
S Streubreite der Einzelwerte
S mittlerer Fehler des Mittelwertes
r relativer Fehler

Die einzelnen Zahlenwerte wurden in den "Tabellen der Fehlerrechnung Nr. 1 - 4" zusammengefasst.

Erläuterung:

Alle Werte wurden auf eine Dezimalstelle berechnet. Die Rechnungen wurden mit dem Rechenstab durchgeführt, da dessen Genauigkeit, in Relation zur Meßgenauigkeit, voll ausreicht.

Die Meßwerte sind in den Tabellen nach folgendem Schema angeordnet:

p_s Systolischer Blutdruck
 p_m mittlerer Blutdruck
 p_d diastolischer Blutdruck

Je drei untereinander stehende Werte bilden eine Gruppe P_s , p_m und p_d .

Die verwendeten Indices bedeuten:

"v" praeop-praeoperativ
"n" postop-am Tage der Operation
"sm" m Tage nach der Operation

Tabelle der Fehlerrechnung

=====

No.1

Versuch No.	M	S	<u>S</u>	<u>3S</u>	r
Iv (praeop)	180	3,0	1,0	2,9	1,7 %
	165	3,7	1,2	3,5	2,2 %
	150	5,0	1,6	4,8	3,0 %
In (postop)	110	2,2	0,7	2,0	1,9 %
	100	3,5	1,1	3,3	3,5 %
	85	2,2	0,7	2,0	2,4 %
IIv(praeop)	190	3,1	1,0	3,0	1,6 %
	172	3,4	1,1	3,2	2,0 %
	162	3,7	1,2	3,5	2,3 %
IIIn (postop)	155	5,8	1,8	5,5	3,7 %
	141	2,9	0,9	2,7	2,1 %
	132	3,5	1,1	3,3	2,7 %
IIS2 (2 Tage postop)	145	11,0	3,5	10,4	7,6 %
	134	9,3	3,0	8,9	7,0 %
	124	7,7	2,4	7,3	6,2 %
IIIv(praeop)	209	2,2	0,7	2,1	1,0 %
	200	1,7	0,5	1,5	0,9 %
	190	1,0	0,3	0,9	0,5 %
IIIIn(postop)	178	6,4	2,0	6,0	3,6 %
	166	5,6	1,8	5,4	3,3 %
	156	4,9	1,5	4,5	3,1 %
IIIs (1 Tag postop)	116	5,1	1,6	4,8	4,5 %
	109	4,4	1,4	4,2	4,1 %
	98	7,4	2,3	6,9	7,5 %

Tabelle der Fehlerrechnung
=====

No. 2

Versuch No.	M	S	<u>S</u>	<u>3S</u>	r
IVv (praeop)	100	3,7	1,2	3,6	3,7 %
	94	1,5	0,5	1,5	1,6 %
	86	2,1	0,7	2,1	2,4 %
IVn (postop)	51	6,5	2,1	6,3	12,7 %
	49	6,9	2,2	6,6	14,0 %
	47	7,3	2,3	6,9	15,6 %
Vv (praeop)	155	4,2	1,3	3,9	2,7 %
	143	2,4	0,8	2,4	1,7 %
	136	3,5	1,1	3,3	2,6 %
Vn (postop)	153	2,9	0,9	2,7	1,9 %
	148	2,6	0,8	2,4	1,7 %
	135	1,9	0,6	1,8	1,4 %
Vs1 (1 Tag postop)	95	2,6	0,8	2,4	2,7 %
	89	1,1	0,3	0,9	1,2 %
	79	2,5	0,8	2,4	3,2 %
VIv (praeop)	150	0,0	0,0	0,0	0,0 %
	139	3,9	1,2	3,6	2,8 %
	130	0,0	0,0	0,0	0,0 %
VIn (postop)	96	9,2	2,9	8,8	9,6 %
	89	8,8	2,8	8,4	9,9 %
	80	8,6	2,7	8,1	10,7 %
VIIv(praeop)	188	3,7	1,2	3,6	2,0 %
	179	1,9	0,6	1,8	1,1 %
	169	2,3	0,7	2,1	1,4 %

Tabelle der Fehlerrechnung

=====

No. 3

Versuch No.	M	S	<u>S</u>	<u>3S</u>	r
VIIIn(postop)	115	1,9	0,6	1,8	1,7 %
	107	1,5	0,4	1,2	1,4 %
	98	1,7	0,5	1,5	1,7 %
VIIIs1 (1 Tag postop)	144	5,7	1,8	5,4	4,0 %
	132	4,8	1,5	4,5	3,7 %
	124	5,3	1,7	5,1	4,3 %
VIIIv(praeop)	157	4,8	1,5	4,5	3,1 %
	147	4,6	1,4	4,2	3,1 %
	130	0,0	0,0	0,0	0,0 %
VIIIIn(postop)	175	2,2	0,7	2,1	1,2 %
	169	3,2	1,0	3,0	1,9 %
	158	5,1	1,6	4,8	3,2 %
VIIIIs1 (1 Tag postop)	158	5,5	1,8	5,4	3,5 %
	143	3,2	1,0	3,0	2,3 %
	127	3,9	1,2	3,6	3,1 %
IXv (praeop)	141	3,9	1,2	3,6	2,8 %
	131	1,9	0,6	1,8	1,5 %
	121	2,1	0,7	2,1	1,7 %
IXn (postop)	56	21,9	7,0	21,0	39,2 %
	49	21,8	6,9	20,7	44,8 %
	44	21,6	6,9	20,7	49,2 %
IXs1 (1 Tag postop)	120	1,5	0,5	1,5	1,2 %
	114	1,9	0,6	1,8	1,7 %
	106	3,6	1,2	3,6	3,4 %

Tabelle der Fehlerrechnung

=====

No. 4

Versuch No.	M	S	<u>S</u>	<u>3S</u>	r
IXs2 (2 Tage postop)	34	2,5	0,8	2,4	7,3 %
	28	2,0	0,7	2,1	7,3 %
	23	2,1	0,7	2,1	7,8 %
Xv (praeop)	151	2,1	0,7	2,1	1,4 %
	141	2,1	0,7	2,1	1,5 %
	131	2,1	0,7	2,1	1,6 %
Xn (postop)	118	4,2	1,3	3,9	3,6 %
	116	4,7	1,5	4,5	4,1 %
	106	4,9	1,5	4,5	4,6 %
Xs1 (1 Tag postop)	122	2,4	0,8	2,4	2,0 %
	111	1,1	0,3	1,0	1,0 %
	103	2,7	0,9	2,7	2,6 %

Ergebnisse der einzelnen Versuche

Die Symbole decken sich mit den vorher verwendeten.
Die Werte $M_a - M_b$ erhielten bei Drucksteigerung ein negatives Vorzeichen. Ebenso wurde der Druckabfall Z als negativ bezeichnet.

Versuch No.I

Operationsmethode:

Die Operation wurde beidseitig ausgeführt;
Carotis externa und Carotis interna wurden
um etwa 50% (geschätzt) verengt.

Druckänderung am Tage der Operation:

	M_v	M_n	Z
p_s	180	110	39 %
p_m	165	100	40 %
p_d	150	85	43 %

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_n$	$3S_v$	$3S_n$
p_s	70	2,9	2,0
p_m	65	3,5	3,3
p_d	65	4,8	2,1

Beurteilung:

Da $3S_v$ und $3S_n$ jeweils kleiner ist als die
zugehörige Differenz $M_v - M_n$, gilt:

Die verglichenen Meßreihen sind signifikant verschieden.

Spätere Messungen:

Weitere Messungen wurden nicht vorgenommen.

Graphische Darstellung

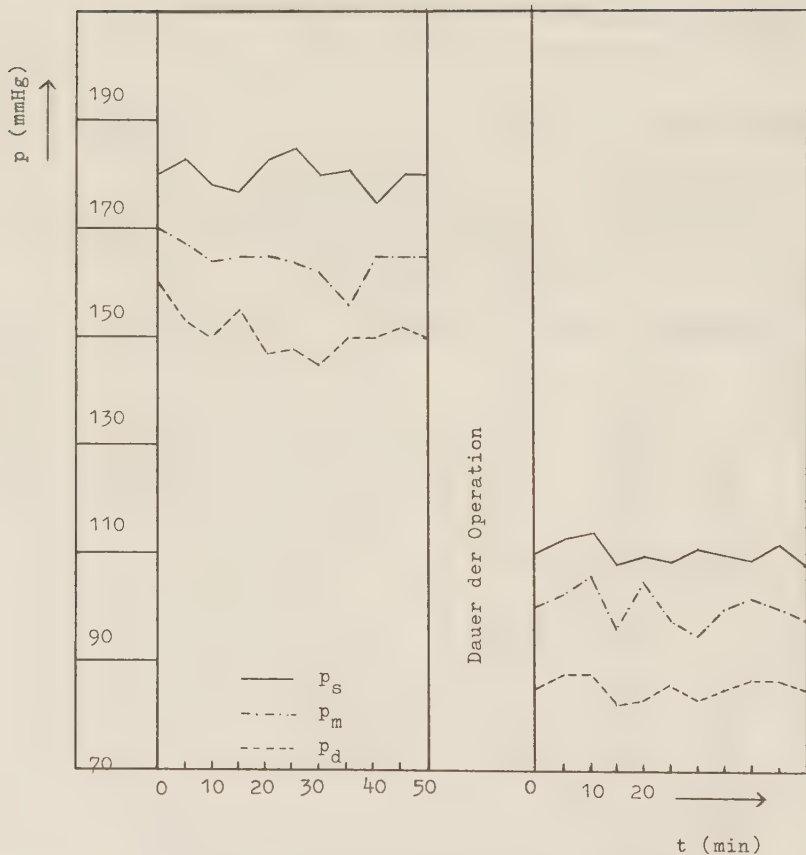


Abb. 6. Versuch I: Darstellung von p_s , p_m und p_d (mmHg) in Abhängigkeit von der Zeit t .

Überlebensdauer:

Das Versuchstier starb am Morgen des ersten
postoperativen Tages.

Sektionsbefund:

Die Sektion lieferte keinen Hinweis auf die
Todesursache des Tieres.

Gesamtbeurteilung:

Nach der Operation war ein signifikanter
Blutdruckabfall festzustellen.

Versuch No. II

Operationsmethode:

Die Operation wurde beidseitig ausgeführt,
die Carotis externa wurde um etwa 75%, die
Carotis interna um etwa 25% verengt. Der
Verengungsgrad wurde durch Schätzung festgelegt.

Druckänderung am Tage der Operation:

	M_v	M_n	Z
p_s	190	155	18 %
p_m	172	141	18 %
p_d	162	132	19 %

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_n$	$3S_v$	$3S_n$
p_s	35	3,0	5,5
p_m	31	3,2	2,7
p_d	30	3,5	3,3

Beurteilung:

Da $3S_v$ jeweils kleiner als $M_v - M_n$ und

$3S_n$ jeweils kleiner als $M_v - M_n$, gilt:

Die verglichenen Meßreihen unterscheiden sich
signifikant.

Messung am zweiten postoperativen Tage:

	M_v	M_{s2}	Z
p_s	190	145	24 %
p_m	172	134	22 %
p_d	162	124	24 %

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_{s2}$	$3S_v$	$3S_{s2}$
p_s	45	3,0	10,4
p_m	38	3,0	8,9
p_d	38	3,5	7,3

Beurteilung:

Da $3S_v$ jeweils kleiner als $M_n - M_{s2}$ und
 $3S_{s2}$ jeweils kleiner als $M_n - M_{s2}$, gilt:

Die verglichenen Meßreihen sind signifikant verschieden.

Vergleich der postoperativen Meßwertreihen:

	M_n	M_{s2}	Z
p_s	155	145	6,5 %
p_m	141	134	5,0 %
p_d	132	124	6,0 %

Signifikanzrechnung:

	$M_n - M_{s2}$	$3S_n$	$3S_{s2}$
p_s	10	5,5	10,4
p_m	7	2,7	8,9
p_d	8	3,3	7,3

Beurteilung:

p_s : Da $M_n - M_{s2}$ kleiner als $3S_{s2}$, gilt:
 Die verglichenen Meßreihen sind
signifikant nicht verschieden.

p_m : Da $M_n - M_{s2}$ kleiner als $3S_{s2}$, gilt:
 Die Verglichenen Meßreihen sind
signifikant nicht verschieden.

p_d : Da $M_n - M_{s2}$ größer als $3S_n$
und $M_n - M_{s2}$ größer als $3S_{s2}$, gilt:

Die Wertegruppen des diastolischen
Blutdruckes sind signifikant verschieden.

Graphische Darstellung:

Abbildung 7.

Überlebensdauer des Versuchstiers:

Das Tier starb am Nachmittag des zweiten
postoperativen Tages.

Sektion:

Die Sektion lieferte keinen Hinweis auf die
Todesursache des Tieres.

Gesamtbeurteilung:

Es ergab sich im Zeitintervall zwischen erster
postoperativer Messung und zweitem postoperativen
Tag keine signifikante Änderung des systolischen
und des mittleren Blutdruckes. Der diastolische
Blutdruck änderte sich zwar signifikant, jedoch
nur um 6%.

Dagegen war auch am zweiten postoperativen Tag die
Blutdruckverminderung gegenüber den praeoperativen
Werten signifikant.

Graphische Darstellung

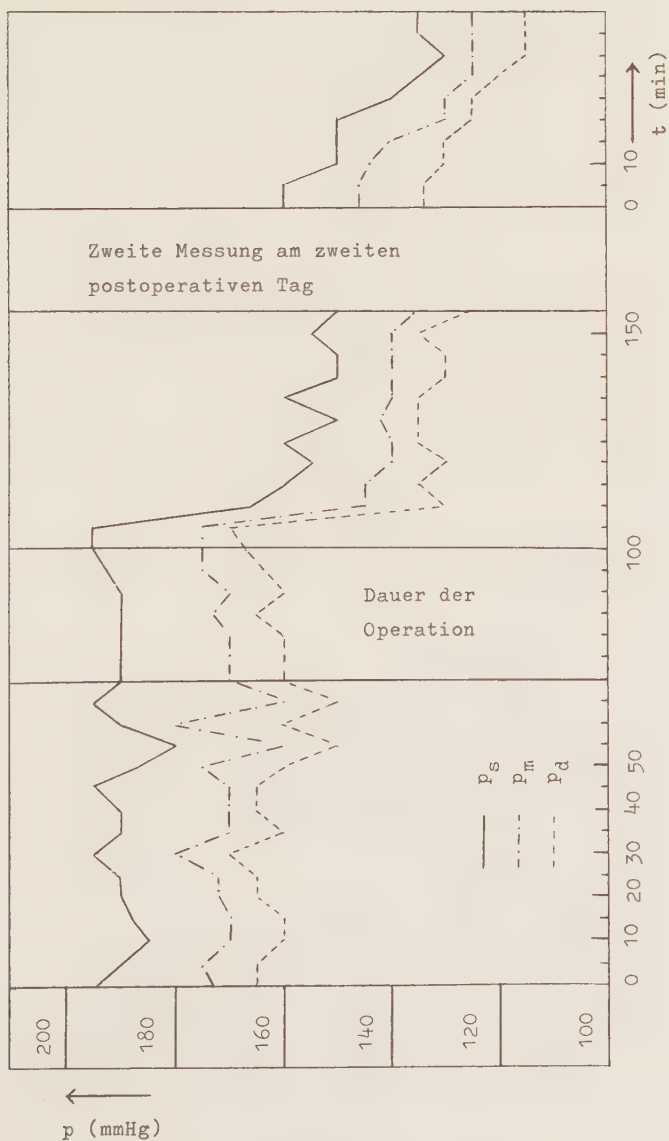


Abb.7. Versuch II: Darstellung von p_s , p_m und p_d (mmHg) in Abhängigkeit von der Zeit t .

Versuch No. III

Operationsmethode:

Die Operation wurde beidseitig ausgeführt;
Carotis externa und Carotis interna wurden
um etwa 50% (geschätzt) verengt.

Druckänderung am Tage der Operation:

	M_v	M_n	Z
p_s	209	178	15 %
p_m	200	166	17 %
p_d	190	156	19 %

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_n$	$3S_v$	$3S_n$
p_s	31	2,1	6,0
p_m	34	0,9	5,4
p_d	34	0,9	4,5

Beurteilung:

Da $3S_v$ jeweils kleiner als $M_v - M_n$
und $3S_n$ jeweils kleiner als $M_v - M_n$, gilt:
Die praeoperative Meßreihe und die erste
postoperative Messung unterscheiden sich
signifikant.

Messung am ersten postoperativen Tag:

	M_v	M_{s1}	Z
p_s	209	116	45 %
p_m	200	109	49 %
p_d	190	98	48 %

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_{s1}$	$3S_v$	$3S_{s1}$
p_s	93	2,1	4,8
p_m	91	1,5	4,2
p_d	92	0,9	6,9

Beurteilung:

Da $3S_v$ jeweils kleiner als $M_v - M_{s1}$
und $3S_{s1}$ jeweils kleiner als $M_v - M_{s1}$

sind die Bedingungen für einen signifikanten
Unterschied der Meßreihen erfüllt.

Vergleich der postoperativen Meßreihen mit denen des
ersten postoperativen Tages:

	M_n	M_{s1}	Z
p_s	178	116	35 %
p_m	166	109	34 %
p_d	156	98	37 %

Signifikanzrechnung:

	$M_n - M_{s1}$	$3S_n$	$3S_{s1}$
p_s	62	6,0	4,8
p_m	57	5,4	4,2
p_d	58	4,5	6,9

Beurteilung:

Da $3S_n$ jeweils kleiner als $M_n - M_{s1}$
und $3S_{s1}$ jeweils kleiner als $M_n - M_{s1}$, gilt:

Die verglichenen Meßreihen unterscheiden sich
signifikant.

Graphische Darstellung

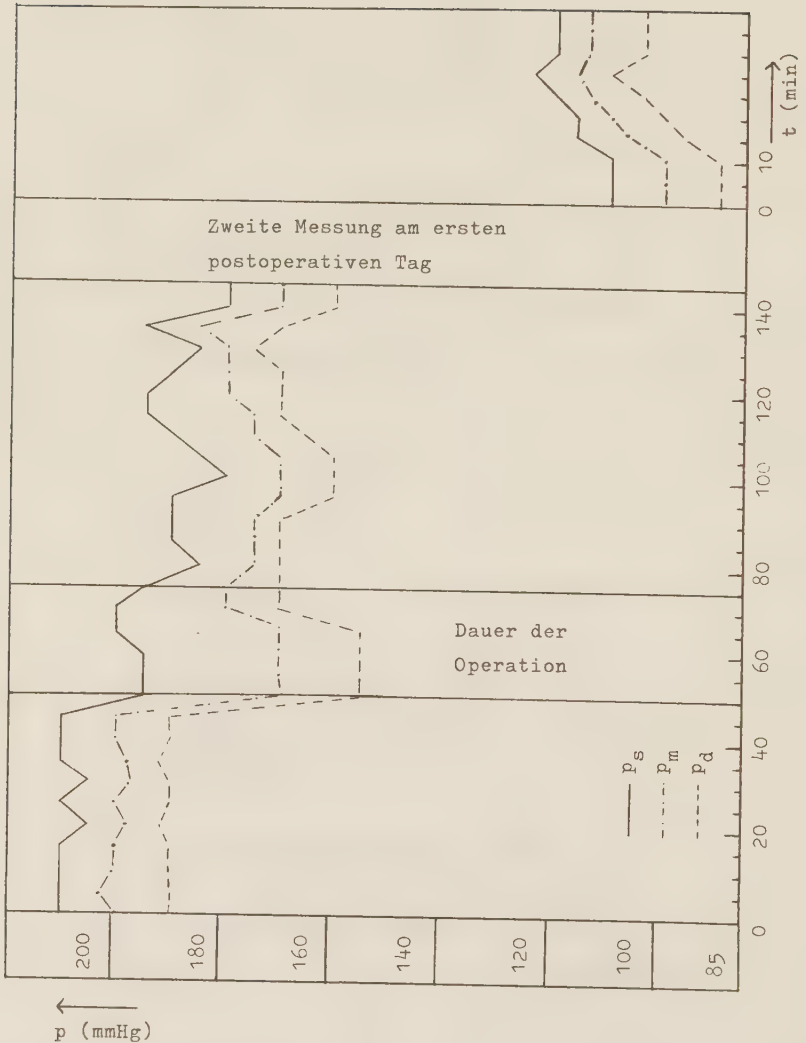


Abb.8. Versuch III: Darstellung von p_s , p_m und p_d (mmHg) in Abhängigkeit von der Zeit t .

Überlebensdauer:

Das Versuchstier starb am Abend des ersten postoperativen Tages.

Sektion:

Die Sektion des Hundes gab keinen Aufschluss über die Todesursache.

Gesamtbeurteilung:

Am Tage der Operation ergab sich eine signifikante Senkung des peripheren Blutdruckes. Am ersten postoperativen Tag war der Blutdruck weiter abgefallen.

Versuch No. IV:

Operationsmethode:

Die Operation wurde einseitig auf der linken Seite vorgenommen. Beide Carotisgefäße wurden völlig unterbunden, sodaß distal der Unterbin-
dungsstelle kein Puls mehr tastbar war.

Druckänderung am Tage der Operation:

	M_v	M_n	Z
p_s	100	51	49 %
p_m	94	49	48 %
p_d	86	47	45 %

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_n$	ΣS_v	ΣS_n
p_s	49	3,6	6,3
p_m	45	1,5	6,6
p_d	39	2,1	6,9

Beurteilung:

Da ΣS_v jeweils kleiner als $M_v - M_n$
und ΣS_n jeweils kleiner als $M_v - M_n$
sind die Bedingungen für einen signifikanten
Unterschied der beiden Meßreihen erfüllt.

Spätere Messungen:

Es wurden keine weiteren Messungen
vorgenommen.

Graphische Darstellung

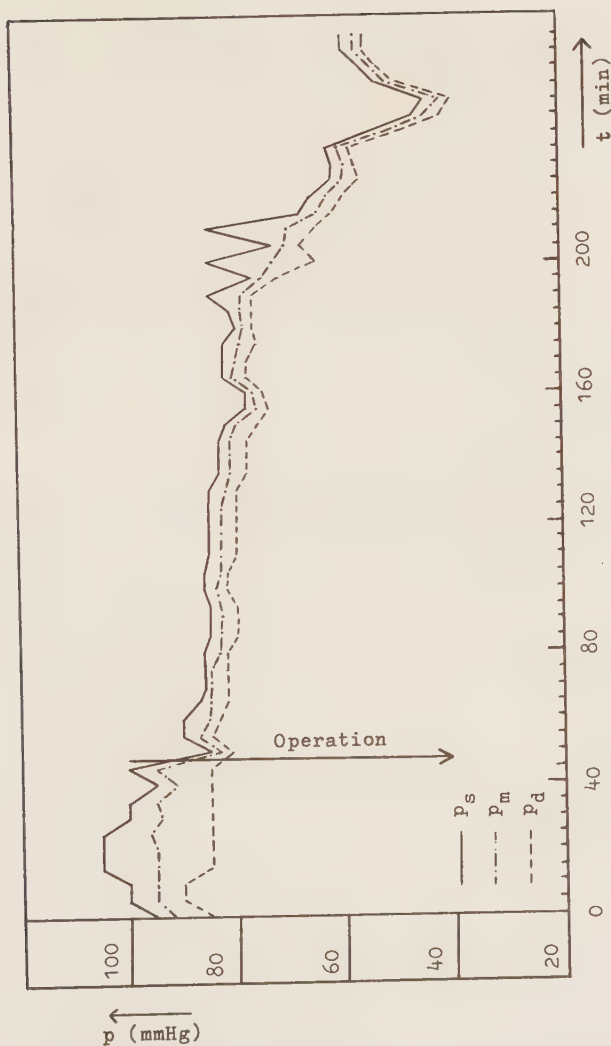


Abb.9. Versuch IV: Darstellung von p_s , p_m und p_d (mmHg) in Abhängigkeit von der Zeit t .

Überlebensdauer:

Das Versuchstier starb am Abend des
Operationstages.

Sektionsbefund:

Bei der Sektion wurde der Verengungsgrad
objektiviert: bei der Messung der Gefäßlumina
mit Hegar'schen Stiften ergab sich ein Ver-
engungsgrad von 100% an beiden Gefäßen. An-
zeichen für die Todesursache waren bei grober
Inspektion nicht zu finden.

Gesamtbeurteilung:

Nach der Operation zeigte sich ein
signifikanter Blutdruckabfall.

Versuch No. V:

Operationsmethode:

Die Operation wurde einseitig links ausgeführt.

Die A.carotis externa wurde um 66%, die A.carotis interna um 60% ihres Lumens verengt.

Druckänderung am Tage der Operation:

	M_v	M_n	Z
p_s	155	153	(1 %)
p_m	143	148	-4 %
p_d	136	135	(1 %)

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_n$	$3S_v$	$3S_n$
p_s	2	3,9	2,7
p_m	-5	2,4	2,4
p_d	1	3,3	1,8

Beurteilung:

Der Vergleich der systolischen und diastolischen Blutdruckwerte ergab:

$3S_v(p_s)$ ist größer als $M_v - M_n(p_s)$

$3S_v(p_d)$ ist größer als $M_v - M_n(p_d)$

Die verglichenen Gruppen der systolischen und diastolischen Meßwerte sind als signifikant nicht verschieden anzusehen.

Der Vergleich der Mitteldruckwerte ergab:

$3S_v$ ist kleiner als $M_v - M_n$

$3S_n$ ist kleiner als $M_v - M_n$

Die verglichenen Meßreihen unterscheiden sich signifikant.

Messung am ersten postoperativen Tag:

	M_v	M_{s1}	Z
p_s	155	95	39 %
p_m	143	89	38 %
p_d	136	79	42 %

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_{s1}$	$3S_v$	$3S_{s1}$
p_s	60	3,9	2,4
p_m	54	2,4	0,9
p_d	57	3,3	2,4

Beurteilung:

Da $3S_v$ jeweils kleiner als $M_v - M_{s1}$
und $3S_{s1}$ jeweils kleiner als $M_v - M_n$, gilt:

Die verglichenen Meßreihen sind

signifikant verschieden.

Vergleich der postoperativen Messung und der Messung
des ersten postoperativen Tages:

	M_n	M_{s1}	Z
p_s	153	95	38 %
p_m	148	89	40 %
p_d	135	79	41 %

Signifikanzrechnung:

	$M_n - M_{s1}$	$3S_n$	$3S_{s1}$
p_s	58	2,7	2,4
p_m	59	2,4	0,9
p_d	56	1,8	2,4

Beurteilung:

Da $3S_n$ jeweils kleiner als $M_n - M_{s1}$

und $3S_{s1}$ jeweils kleiner als $M_n - M_{s1}$, gilt:

Die verglichenen Wertegruppen sind signifikant verschieden.

Graphische Darstellung

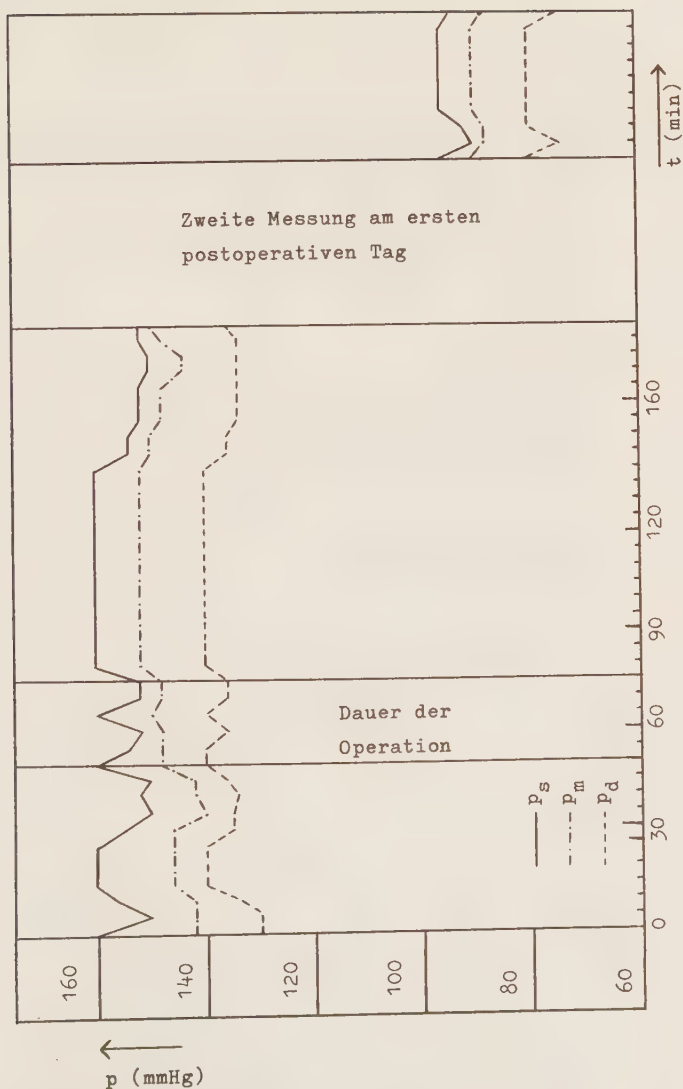


Abb.10. Versuch V: Darstellung von p_s , p_m und p_d (mmHg) in Abhängigkeit von der Zeit t .

Überlebensdauer:

Das Tier starb am Nachmittag des ersten postoperativen Tages.

Sektion:

Bei der postmortalen Untersuchung blutete die Operationswunde nicht. Andere Hinweise auf die Todesursache des Versuchstieres wurden nicht gefunden. Der Verengungsgrad wurde retrospektiv mit Hegar'schen Stiften festgelegt.

Gesamtbeurteilung:

Unmittelbar nach der Operation stieg der Mittel-
druck um 4% an, während sich systolischer und
diastolischer Blutdruck nicht signifikant änder-
ten.

Eine signifikante Änderung trat dagegen am ersten
postoperativen Tag ein.

Versuch No. VI:

Operationsmethode:

Die Operation wurde nur auf der linken Seite vorgenommen. Die A.carotis externa wurde um 25%, die A.carotis interna um 20% eingeengt.

Druckänderung am Tage der Operation:

	M_v	M_n	Z
p_s	150	96	36 %
p_m	139	89	36 %
p_d	130	80	39 %

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_n$	$3S_v$	$3S_n$
p_s	54	0,0	8,8
p_m	50	3,6	8,4
p_d	50	0,0	8,1

Beurteilung:

Da $3S_v$ jeweils kleiner als $M_v - M_n$
und $3S_n$ jeweils kleiner als $M_v - M_n$, gilt:

Die verglichenen Meßwertreihen unterscheiden sich signifikant.

Überlebensdauer:

Das Versuchstier starb am Morgen des ersten postoperativen Tages.

Sektion:

Bei der Sektion wurde der Verengungsgrad mit Hegarstiften objektiviert.

Gesamtbeurteilung:

Noch am Tage der Operation resultierte ein signifikanter Blutdruckabfall.

Graphische Darstellung

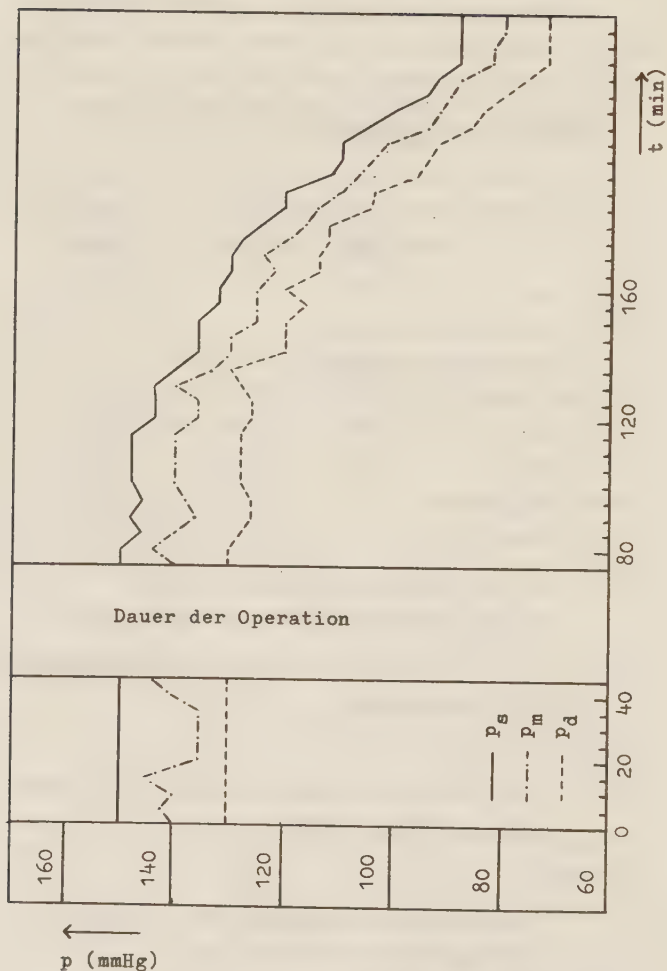


Abb.11. Versuch VI: Darstellung von p_s , p_m und p_d (mmHg) in Abhängigkeit von der Zeit t .

Versuch No. VII:

Operationsmethode:

Die Operation wurde einseitig links durchgeführt.

Die A.carotis externa wurde um 100%, die A.carotis interna um 80% verengt.

Druckänderung am Tage der Operation:

	M_v	M_n	Z
p_s	188	115	39 %
p_m	179	107	40 %
p_d	169	98	42 %

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_n$	$3S_v$	$3S_n$
p_s	73	3,6	1,8
p_m	72	1,8	1,2
p_d	71	2,1	1,5

Beurteilung:

Da $3S_v$ jeweils kleiner als $M_v - M_n$
und $3S_n$ jeweils kleiner als $M_v - M_n$, gilt:

Die verglichenen Meßreihen sind signifikant verschieden.

Messung am ersten postoperativen Tag:

	M_v	M_{s1}	Z
p_s	188	144	23 %
p_m	179	132	26 %
p_d	169	124	27 %

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_{s1}$	$3S_v$	$3S_{s1}$
p_s	44	3,6	5,4
p_m	47	1,8	4,5
p_d	45	2,1	5,1

Beurteilung:

Da $\sum S_v$ jeweils kleiner als $M_v - M_{s1}$
und $\sum S_{s1}$ jeweils kleiner als $M_v - M_{s1}$, gilt:

Die verglichenen Meßreihen unterscheiden sich
signifikant.

Vergleich zwischen postoperativer Messung und
Messung des ersten postoperativen Tages:

	M_n	M_{s1}	Z
p_s	115	144	-25%
p_m	107	132	-23%
p_d	98	124	-27%

Signifikanzrechnung:

	$M_n - M_{s1}$	$\sum S_n$	$\sum S_{s1}$
p_s	-29	1,8	5,4
p_m	-25	1,2	4,5
p_d	-26	1,5	5,1

Beurteilung:

Da $\sum S_n$ jeweils kleiner als der Absolutwert
von $M_n - M_{s1}$
und $\sum S_{s1}$ jeweils kleiner als der Absolutwert
von $M_n - M_{s1}$, gilt:

Die verglichenen Meßreihen sind
signifikant verschieden.

Graphische Darstellung

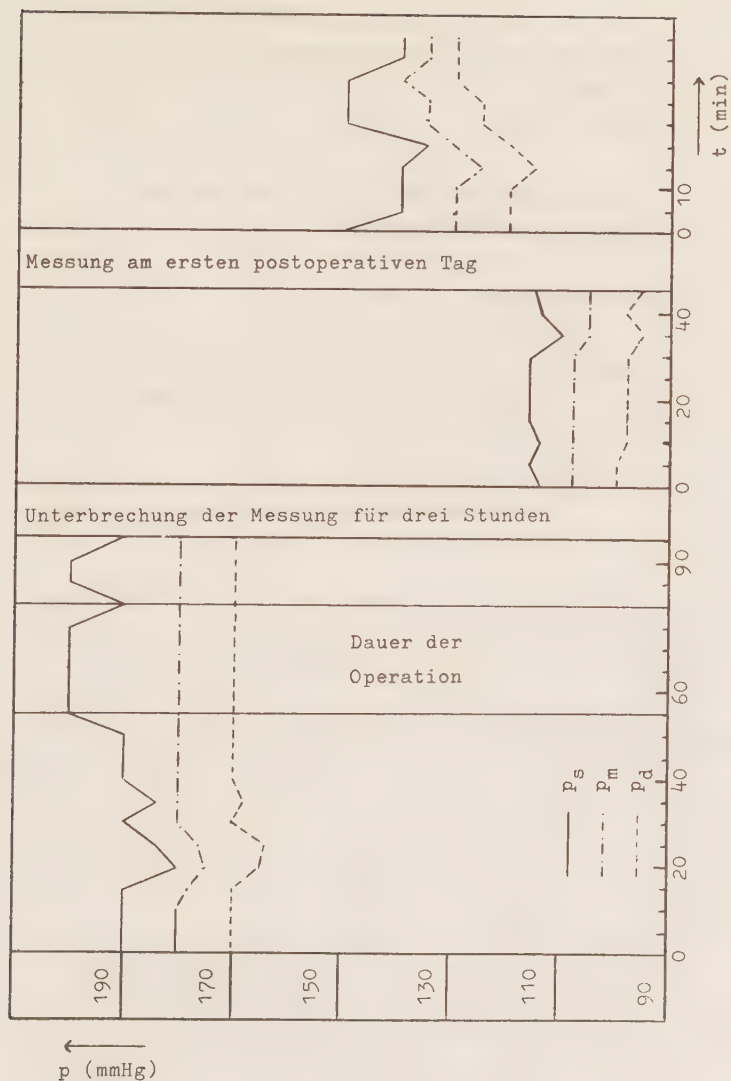


Abb.12. Versuch VII: Darstellung von p_s, p_m und p_d (mmHg) in Abhängigkeit von der Zeit t .

Überlebensdauer:

Der Tod des Versuchstieres trat im Laufe des ersten postoperativen Tages ein.

Sektion:

Bei der Sektion wurde der Verengungsgrad mit Hegarstiften objektiviert.

Gesamtbeurteilung:

Unmittelbar nach der Operation zeigte sich ein starker Blutdruckabfall. Im weiteren Verlauf stieg der Blutdruck wieder an, erreichte aber nicht die Ausgangswerte.

Versuch No. VIII:

Operationsmethode:

Die Operation wurde einseitig links vorgenommen.
Bei der Sektion zeigte sich, daß die verengenden
Schlingen sich an beiden Gefäßen gelöst hatten.

Druckänderung am Tage der Operation:

	M_v	M_n	Z
p_s	157	175	-11 %
p_m	147	169	-15 %
p_d	130	158	-22 %

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_n$	$3S_{-v}$	$3S_{-n}$
p_s	- 18	4,5	2,1
p_m	- 22	4,2	3,0
p_d	- 28	0,0	4,8

Beurteilung:

Da $3S_{-v}$ jeweils kleiner als die Absolutwerte von $M_v - M_n$
und $3S_{-n}$ jeweils kleiner als die Absolutwerte von $M_v - M_n$,
gilt:

Die verglichenen Meßreihen sind signifikant verschieden.

Messung am ersten postoperativen Tag:

	M_v	M_{s1}	Z
p_s	157	158	(-1 %)
p_m	147	143	(-3 %)
p_d	130	127	(-2 %)

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_{s1}$	$3S_{-v}$	$3S_{-s1}$
p_s	-1	4,5	5,4
p_m	4	4,2	3,0
p_d	3	0,0	3,6

Graphische Darstellung

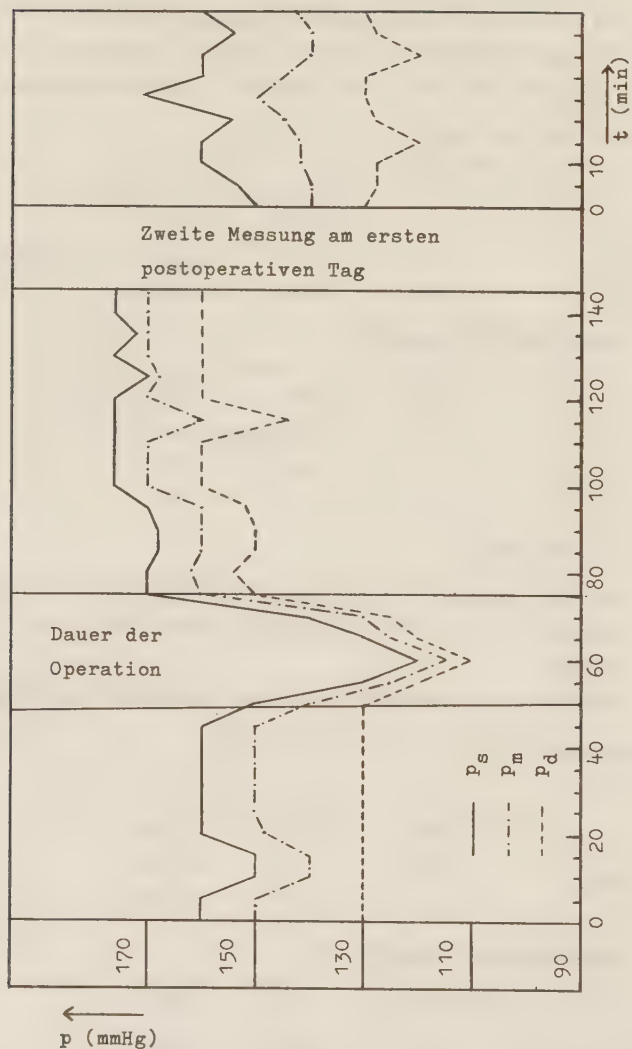


Abb.13. Versuch VIII: Darstellung von p_s, p_m und p_d (mmHg) in Abhängigkeit von der Zeit t .

Beurteilung:

p_s :

$\bar{S}_{s1}$ und $\bar{S}_v$ sind beide größer als der
Absolutwert von $M_v - M_{s1}$:

Die verglichenen systolischen Blutdruckwerte
sind signifikant nicht verschieden.

p_m :

$\bar{S}_v$ und $\bar{S}_{s1}$ sind beide größer als $M_v - M_{s1}$:

Die verglichenen Mitteldruckwerte sind
signifikant nicht verschieden.

p_d :

$\bar{S}_{s1}$ ist größer als $M_v - M_n$, daher gilt:

Die verglichenen diastolischen Blutdruckwerte
sind signifikant nicht verschieden.

Graphische Darstellung:

Abbildung 13.

Überlebensdauer:

Der Hund starb am ersten postoperativen Tage.

Sektion:

Bei der Sektion ergab sich, daß die Mersilene-
schlingen, welche der Einengung dienten, sich
gelöst hatten.

Der Verengungsgrad wurde daher mit 0% angegeben.

Gesamtbeurteilung:

Nach der Operation zeigte sich ein Blutdruckanstieg.
Am ersten postoperativen Tag wurden jedoch wieder
die Ausgangswerte registriert.

Versuch No. IX:

Operationsmethode:

Die Operation wurde linksseitig vorgenommen.

Zur Einengung wurde ein 1,5 cm breites, steriles Leinenband verwendet. Die A.carotis externa wurde um 50%, die A.carotis interna um 40% verengt.

Druckänderung am Tage der Operation:

	M_v	M_n	Z
p_s	141	56	60 %
p_m	131	49	63 %
p_d	121	44	64 %

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_n$	$3S_v$	$3S_n$
p_s	85	3,6	21,0
p_m	82	1,8	20,7
p_d	77	2,1	20,7

Beurteilung:

Da $3S_v$ jeweils kleiner als $M_v - M_n$
und $3S_n$ jeweils kleiner als $M_v - M_n$, gilt:

Die verglichenen Meßreihen sind signifikant verschieden.

Messung am ersten postoperativen Tag:

	M_v	M_{s1}	Z
p_s	141	120	17 %
p_m	131	114	13 %
p_d	121	106	12 %

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_{s1}$	$3S_v$	$3S_{s1}$
p_s	21	3,6	1,5
p_m	17	1,8	1,8
p_d	15	2,1	3,6

Beurteilung:

Da $\overline{3S}_v$ jeweils kleiner als $M_v - M_{s1}$
und $\overline{3S}_{s1}$ jeweils kleiner als $M_v - M_{s1}$, gilt:

Die verglichenen Meßreihen sind signifikant verschieden.

Messung am zweiten postoperativen Tag:

	M_v	M_{s2}	Z
p_s	141	34	80 %
p_m	131	28	79 %
p_d	121	23	81 %

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_{s2}$	$\overline{3S}_v$	$\overline{3S}_{s2}$
p_s	107	3,6	2,4
p_m	103	1,8	2,1
p_d	98	2,1	2,1

Beurteilung:

Da $\overline{3S}_v$ jeweils kleiner als $M_v - M_{s2}$
und $\overline{3S}_{s2}$ jeweils kleiner als $M_v - M_{s2}$, gilt:

Die verglichenen Meßreihen sind signifikant verschieden.

Vergleich der postoperativen Meßreihen mit denen des
ersten postoperativen Tages:

	M_n	M_{s1}	Z
p_s	56	120	- 114%
p_m	49	114	- 133%
p_d	44	106	- 141%

Signifikanzrechnung:

	$M_n - M_{s1}$	$\overline{3S}_n$	$\overline{3S}_{s1}$
p_s	- 64	21,0	1,5
p_m	- 65	20,7	1,8
p_d	- 62	20,7	3,6

Beurteilung:

Da $\overline{3S}_{-n}$ und $\overline{3S}_{-s1}$ jeweils kleiner sind als die zugehörigen Absolutwerte von $M_n - M_{s1}$, gilt:

Die verglichenen Meßreihen sind signifikant verschieden.

Vergleich der postoperativen Messung mit der des zweiten postoperativen Tages:

	M_n	M_{s2}	Z
p_s	56	34	39 %
p_m	49	28	43 %
p_d	44	23	48 %

Signifikanzrechnung:

	$M_n - M_{s2}$	$\overline{3S}_{-n}$	$\overline{3S}_{-s2}$
p_s	22	21,0	2,4
p_m	21	20,7	2,1
p_d	21	20,7	2,1

Beurteilung:

Da $\overline{3S}_{-n}$ und $\overline{3S}_{-s2}$ jeweils kleiner sind als die zugehörigen Werte $M_n - M_{s2}$, gilt:

Die verglichenen Meßreihen sind signifikant verschieden.

Vergleich der Ergebnisse des ersten und zweiten postoperativen Tages:

	M_{s1}	M_{s2}	Z
p_s	120	34	72 %
p_m	114	28	75 %
p_d	106	23	78 %

Signifikanzrechnung:

	$M_{s1} - M_{s2}$	$\overline{3S}_{-s1}$	$\overline{3S}_{-s2}$
p_s	86	1,5	2,4
p_m	86	1,8	2,1
p_d	83	3,6	2,1

Graphische Darstellung

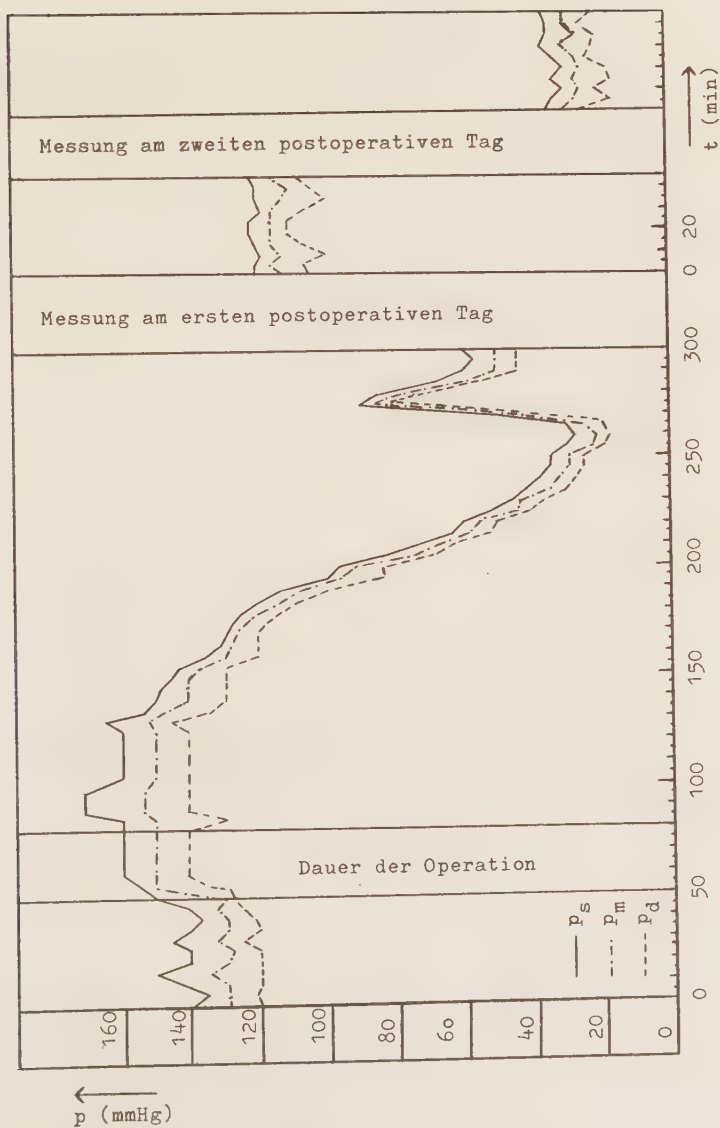


Abb.14. Versuch IX: Darstellung von p_s , p_m und p_d (mmHg) in Abhängigkeit von der Zeit t .

Beurteilung:

Da $\overline{3S}_{s1}$ und $\overline{3S}_{s2}$ jeweils kleiner sind als die entsprechenden Werte $M_{s1} - M_{s2}$, gilt:

Die verglichenen Meßreihen sind signifikant verschieden.

Graphische Darstellung:

Abbildung 14.

Überlebensdauer:

Das Tier starb am zweiten postoperativen Tag
unmittelbar nach der Messung.

Sektion:

Bei der Sektion wurde der Verengungsgrad mit
Hegar'schen Stiften objektiviert.

Gesamtbeurteilung:

Am Tage der Operation ergab sich ein signifikanter
Blutdruckabfall. Der Druck stieg am ersten post-
operativen Tag wieder an, erreichte aber nicht
das praeoperative Niveau.

Am zweiten postoperativen Tag stellten wir einen
erneuten Blutdruckabfall auf signifikant niedrigere
Werte, als die der postoperativen Messung fest.

Versuch No. X:

Operationsmethode:

Die Operation wurde einseitig links vorgenommen.
Zur Einengung der Carotiden wurde ein aufgeschnittener Infusionsschlauch in der Art einer Manschette um das Gefäß gelegt und dort fixiert.
Die A.carotis externa wurde um 75%, die A.carotis interna um 40% verengt.

Druckänderung am Tage der Operation:

	M_v	M_n	Z
p_s	151	118	22 %
p_m	141	116	18 %
p_d	131	106	19 %

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_n$	$3S_v$	$3S_n$
p_s	33	2,1	3,9
p_m	25	2,1	4,5
p_d	25	2,1	4,5

Beurteilung:

Da $3S_v$ und $3S_n$ jeweils kleiner sind als die entsprechenden Werte $M_v - M_n$, gilt:

Die verglichenen Meßreihen sind signifikant verschieden.

Druckmessung am ersten postoperativen Tag:

	M_v	M_{s1}	Z
p_s	151	122	19 %
p_m	141	111	21 %
p_d	131	103	21 %

Signifikanzrechnung:

	$M_v - M_{s1}$	$3S_v$	$3S_{s1}$
p_s	29	2,1	2,4
p_m	30	2,1	1,0
p_d	28	2,1	2,4

Beurteilung:

Da $\overline{3S}_v$ und $\overline{3S}_{s1}$ jeweils kleiner sind als die zugehörigen Werte $M_v - M_{s1}$, gilt:

Die verglichenen Meßreihen unterscheiden sich signifikant.

Vergleich der postoperativen Werte mit denen des ersten postoperativen Tages:

	M_n	M_{s1}	Z
p_s	118	122	-3 %
p_m	116	111	4 %
p_d	106	103	(3 %)

Signifikanzrechnung:

	$M_n - M_{s1}$	$\overline{3S}_n$	$\overline{3S}_{s1}$
p_s	4	3,9	2,4
p_m	5	4,5	1,0
p_d	3	4,5	2,7

Beurteilung:

p_s :

Hier gilt: $\overline{3S}_n$ und $\overline{3S}_{s1}$ sind kleiner als $M_n - M_{s1}$.
Damit sind die Meßreihen der systolischen Werte signifikant verschieden.

p_m :

Auch hier ist $M_n - M_{s1}$ größer als $\overline{3S}_n$ und größer als $\overline{3S}_{s1}$.
Die Meßreihen des Mitteldruckes sind signifikant verschieden.

p_d :

$\overline{3S}_n$ ist hier größer als $M_n - M_{s1}$.
Die Meßreihen sind signifikant nicht verschieden.

Graphische Darstellung

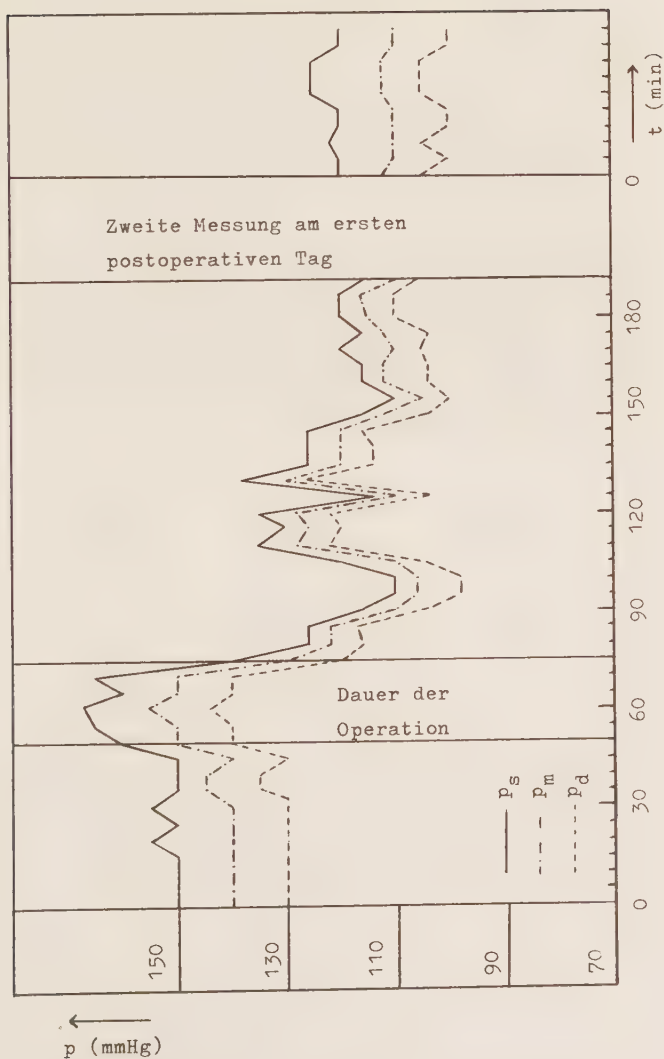


Abb. 15. Versuch X: Darstellung von p_s , p_m und p_d (mmHg) in Abhängigkeit von der Zeit t .

Überlebensdauer:

Das Versuchstier starb am ersten postoperativen Tage.

Sektion:

Bei der Sektion wurde der Verengungsgrad mit Hegar'schen Stiften objektiviert.

Die Inspektion ergab keinen auffälligen Befund.

Gesamtbeurteilung:

Nach der Operation ergab sich ein signifikanter Blutdruckabfall. Am ersten postoperativen Tag stiegen systolischer und mittlerer Blutdruck gering an, wobei der diastolische Druck sich nicht signifikant änderte.

Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Bei dem Versuch alle Werte der Versuche mit gleicher Operationsmethode (I mit VIII) synoptisch darzustellen, ergab sich folgendes:

- a) Es wurden die Mitteldruckwerte der Versuche I mit VIII in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt. Dazu wurde in Abbildung 16 auf der Abszisse die Zeit und auf der Ordinate jeweils das arithmetische Mittel der Mitteldruckwerte aller zu diesem Zeitpunkt gemessenen Versuchstiere dargestellt. Der Zeitpunkt des Exitus eines Tieres wurde durch ein Kreuz mit der Nummer des Versuchstieres angegeben.

Tabelle zu Abb. 16

Zeitpunkt	arithm. Mittel	Anzahl der gem. Tiere
prae OP	167 mmHg	8
post OP	115 mmHg	7 ¹⁾
1d post OP	110 mmHg	3
2d post OP	134 mmHg	1

- 1) Hund VIII wurde postoperativ nicht mehr berücksichtigt, da die Operation bei diesem Versuch als nicht geglückt angesehen werden muss.

Graphische Darstellung

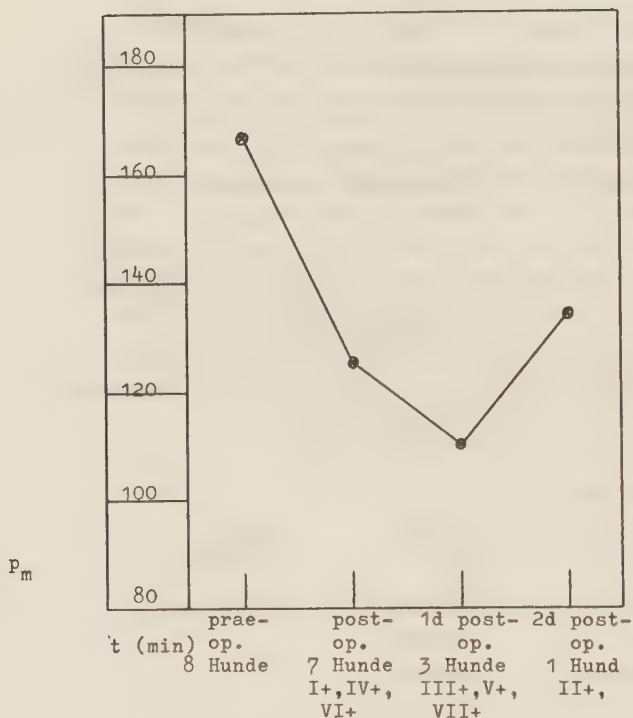


Abb.16. Darstellung der arithmetischen Mittelwerte der gemessenen Mitteldruckwerte von Versuch I mit VIII in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Messung. Die Anzahl der jeweils gemessenen Versuchstiere ist unter der Abszisse angegeben. Tiere, die an einem Meßtermin nach der Messung starben, sind mit einem "+" nach der jeweiligen Versuchsnummer gekennzeichnet.

b) Die gleiche synoptische Darstellung versuchten wir auch für die Versuche IX und X. Bei diesen Versuchen ist die Operationstechnik nicht die gleiche (siehe "Operationstechnik"), doch ist das Prinzip der Modifikation, die breitere und schonendere Einengung der Gefäße, dasselbe.

Tabelle zu Abb.17.

Zeitpunkt	arithm. Mittel	Anzahl der gem. Tiere
prae OP	136	2
post OP	83	2
1d post OP	113	2
2d post OP	34	1

Graphische Darstellung

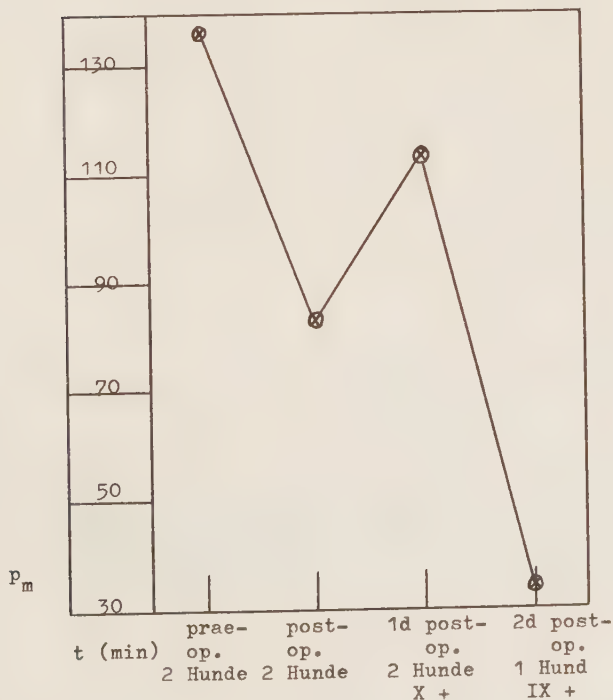


Abb.17. Darstellung der arithmetischen Mittelwerte der gemessenen Mitteldruckwerte von Versuch IX und X. Die Anzahl der jeweils gemessenen Versuchstiere ist unter der Abszisse angegeben.

2. Zusammenhang zwischen Verengungsgrad und Druckabfall

a) Zusammenhang zwischen "Gesamtverengungsgrad" und Druckabfall

In Abbildung 18 wird versucht, einen Zusammenhang zwischen der Verengung der Gefäße und dem Druckabfall nach der Operation aufzuzeigen.

Dabei ist auf der Abszisse des Diagrammes der "Gesamtverengungsgrad" und auf der Ordinate der Druckabfall der einzelnen Blutdruckparameter aufgetragen.

Der "Gesamtverengungsgrad" errechnet sich als halbe Summe der Werte des Verengungsgrades V der einzelnen Gefäße. Seine Angabe erfolgt in Prozent; die Abschnürung beider Gefäße wird mit 100% festgelegt, der praeoperative Zustand mit 0%.

Die Versuche No.I mit No.III wurden nicht berücksichtigt, da der Verengungsgrad hier nicht objektiviert war.

Tabelle zu Abb.18

Versuch	Gesamtverengungsgrad	Blutdruckabfall		
		P _s	P _m	P _d
IV	100	49%	48%	45%
V	63	39%	36%	42%
VI	22,5	37%	36%	38%
VII	90	23%	26%	27%
VIII	0	0%	0%	0%
IX ¹⁾	45 ¹	76% ¹	79% ¹	81% ¹
X ²⁾	57,5 ²	19% ²	21% ²	21% ²

1) Operationstechnik: Modifikation 1 (Band)

2) Operationstechnik: Modifikation 2 (Manschette)

Graphische Darstellung

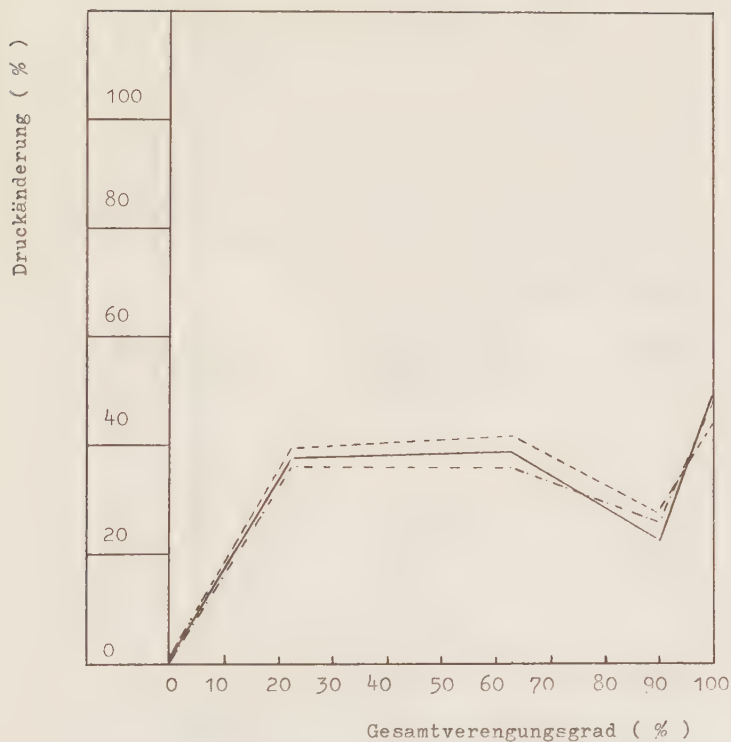


Abb.18. Darstellung der Änderung der einzelnen Blutdruckparameter in Abhängigkeit vom Gesamtverengungsgrad. Es werden nur die Versuche IV einschließlich X untersucht. Auf der Abszisse ist der Gesamtverengungsgrad in Prozent aufgetragen, auf der Ordinate die Änderung der Druckparameter.

- b) Zusammenhang zwischen Verengungsgrad der A.carotis interna und Änderung des arteriellen Mitteldruckes.

Weiterhin versuchten wir Zusammenhänge zwischen Verengungsgrad der einzelnen Arterien und dem resultierenden Blutdruckabfall zu erfassen. In Abb.19. wurde auf der Abszisse der Verengungsgrad der A.carotis interna (Definition siehe "Methoden der Auswertung") und auf der Ordinate die Änderung des arteriellen Mitteldruckes dargestellt.

Tabelle zu Abb.19

Versuch	Verengungsgrad der A.car.int.	Mitteldruck änderung
IV	100 %	48 %
V	60 %	36 %
VI	20 %	36 %
VII	80 %	26 %
VIII ¹⁾	0 %	0 %
IX ²⁾	40 %	79 %
X ³⁾	40 %	21 %

Die Versuche I einschließlich III wurden nicht berücksichtigt, da bei diesen der Verengungsgrad nicht objektiv angegeben wurde.

1) Versuch VIII zeigte keine signifikante Druckänderung, da die Operation nicht glückte.

2) Operationstechnik: Modifikation 1 (Band)

3) Operationstechnik: Modifikation 2 (Manschette)

Graphische Darstellung

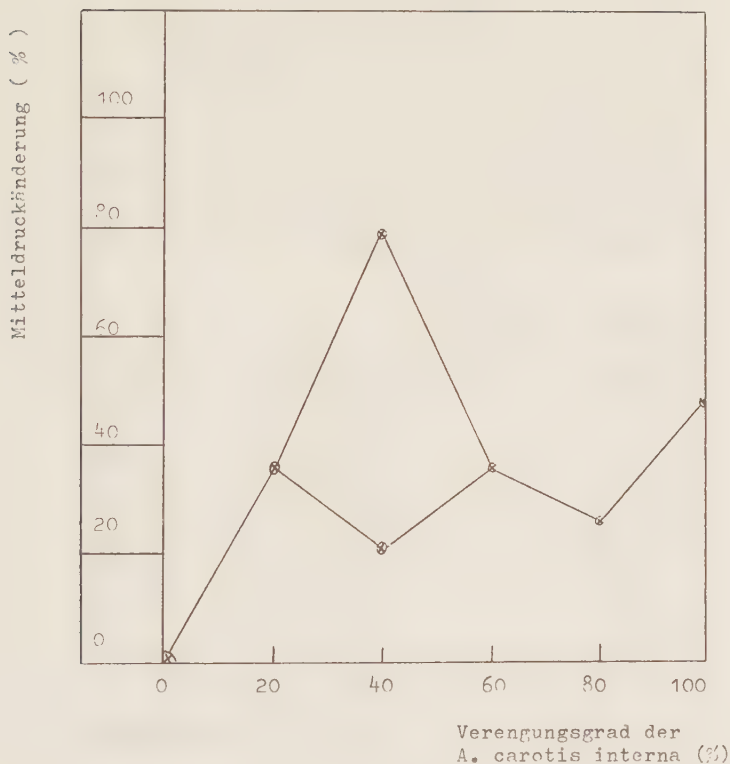


Abb.19. Darstellung der Änderung des arteriellen Mittel-
druckes in Abhängigkeit vom Verengungsgrad der A.carotis
interna. Auf der Abszisse ist der Verengungsgrad des
Gefäßes in % angegeben, die Ordinate enthält die Werte
der Mitteldruckänderung in %.

- c) Zusammenhang zwischen Verengungsgrad der A.carotis externa und der Änderung des arteriellen Mitteldruckes.

In Abb.20 wird versucht einen Zusammenhang zwischen der Einengung der A.carotis externa und der Änderung des arteriellen Mitteldruckes im peripheren Kreislaufsystem aufzufinden. Auf der Abszisse ist der Verengungsgrad in Prozent, auf der Ordinate der Druckabfall des arteriellen Mitteldruckes aufgetragen.

Tabelle zu Abb. 20.

Versuch	Verengungsgrad der A.car.ext.	Mitteldruck- änderung
IV	100 %	48 %
V	66 %	36 %
VI	25 %	36 %
VII	100 %	26 %
VIII ¹⁾	0 %	0 %
IX ²⁾	50 %	79 %
X ³⁾	75 %	21 %

Die Versuche I mit III wurden nicht aufgenommen.

- 1) Versuch VIII brachte keine Druckänderung.
2) Operationstechnik: Modifikation (Band)
3) Operationstechnik: Modifikation (Manschette)

Graphische Darstellung

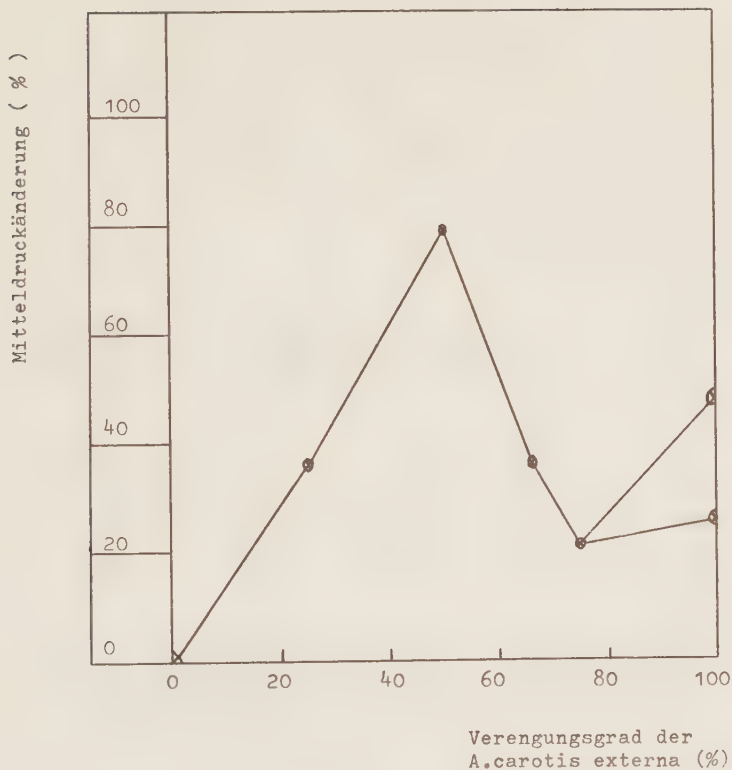


Abb.20. Darstellung der Änderung des arteriellen Mittel-
druckes in Abhängigkeit vom Verengungsgrad der A. carotis
externa. Auf der Abszisse ist der Verengungsgrad des
Gefäßes in % angegeben, die Ordinate enthält die Werte
der Mitteldruckänderung in %.

3. Betrachtungen über die Änderung der Blutdruckamplitude

In Abbildung 21 versuchen wir einen eventuell vorhandenen Zusammenhang zwischen der Änderung der Blutdruckamplitude und der Änderung des arteriellen Mitteldruckes (p_m) aufzuzeigen. Auf der Abszisse wird die Mitteldruckänderung in Prozent, auf der Ordinate die Änderung der Blutdruckamplitude in Prozent aufgetragen.

Tabelle zu Abb. 21

Versuch	Amplitude (mmHg)		Amplituden- änderung	Mitteldruck- änderung
	praeop	postop		
I	30	25	17 %	40 %
II	28	21	25 %	22 %
III	29	18	38 %	46 %
IV	29	8	72 %	48 %
V	19	16	16 %	36 %
VI	20	16	21 %	36 %
VII	19	20	-5 %	26 %
VIII	27 ¹⁾	31 ¹⁾	-15 % ¹⁾	0 % ¹⁾
IX	20	11	45 %	79 %
X	20	19	5 %	21 %

¹⁾ Bei Versuch VIII ergab sich keine Blutdruck-
änderung. Diese Werte sind nur der Voll-
ständigkeit halber aufgeführt.

Graphische Darstellung

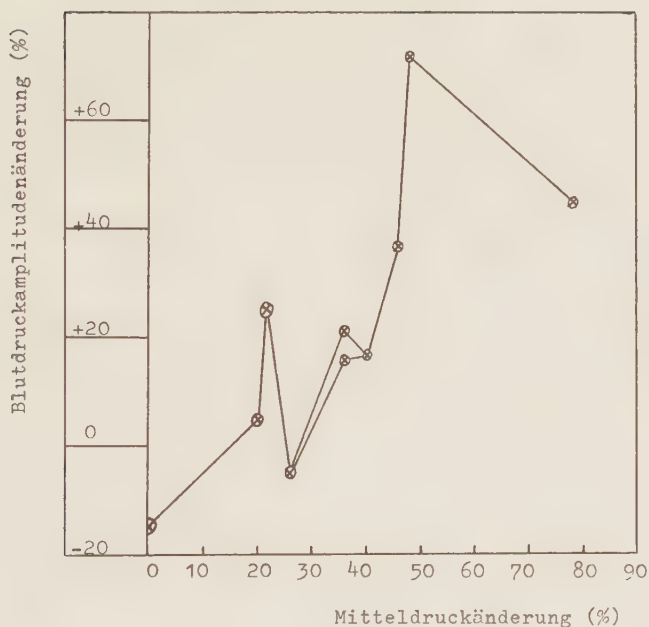


Abb.21. Darstellung der Blutdruckamplitudenänderung in Abhängigkeit von der Mitteldruckänderung. Auf der Abszisse sind die Werte der Mitteldruckänderung in % abgetragen, die Ordinate enthält die Werte der Blutdruckamplitudenänderung in %.

Diskussion

Nach Abschluss unserer Versuche und nachdem unsere Ergebnisse ausgewertet sind, können wir sagen, daß die Grundprinzipien unserer Arbeitshypothese durch die Ergebnisse unserer Versuche bestätigt wurden. Durch die Stenosierung der Carotiden war es möglich den Blutdruck der Versuchstiere zu senken.

Der physiologische Mechanismus der Blutdrucksenkung konnte mit unserer Versuchsanordnung nicht geklärt werden. Es steht aber zu vermuten, daß bei der Verstellung der Meßgröße im Regelkreis alle in der Arbeitshypothese postulierten Mechanismen zusammenwirken. Die Blutdrucksenkung kann dann nur über Steuerungsmechanismen vom Zentralnervensystem aus bewirkt werden. Der Tonus der Vasopressoren wird vermindert, das Herzminutenvolumen wird verkleinert und der venöse Rückstrom nimmt ab. Bei diesen depressorischen Effekten wirken sicherlich alle Teile des "depressorischen Reflexbogens" zusammen, sodaß einzelne Mechanismen nur schwer voneinander abzugrenzen sind. Da die Wirkung der Blutdrucksenkungsmechanismen auch von individuellen Parametern, wie psychische oder organische Ausgangslage und von individuellen Konstanten abhängt, erhalten wir von Versuch zu Versuch verschiedene Abfallcharakteristiken des Blutdruckes. Allen geglückten Versuchen gemeinsam ist zunächst nur die Tatsache, daß der arterielle Blutdruck durch die Carotistenose gesenkt werden konnte. Diskutiert man jedoch die Zuordnungskurven der Abbildungen 16. mit 21., so ergeben sich einige Gesichtspunkte, die gewisse Zusammenhänge der einzelnen Parameter vermuten lassen.

Für genaue, eventuell quantitative, Untersuchungen war unsere Versuchskonzeption nicht vorgesehen, da in erster Linie qualitative Aussagen gesucht wurden.

Ein großes Problem unserer Versuche war der schnelle Exitus unserer Versuchstiere. Die Schwierigkeiten der Experimentiertechnik lagen hier in dem Umstand, daß die Versuche an gesunden, normotonen Versuchstieren durchgeführt wurden. Diese Tiere vertrugen erwartungsgemäß die unkontrollierbare Blutdruckabnahme nicht gut und starben schon bald, wobei vor dem Exitus alle Tiere Gleichgewichtsstörungen als Ausdruck einer verminderten Durchblutung des Zentralnervensystems zeigten. Da die cerebrale Durchblutung des Hundes zum überwiegenden Teil aus der AA. vertebrales erfolgt, entbehrt die Annahme, daß die Stenose die Mangel durchblutung verursachen könnte, der physiologischen Grundlage. Vielmehr dürfte die Ursache der Mangel durchblutung in der allgemeinen Durchblutungs-minderung durch die Senkung des arteriellen Blutdruckes liegen. Weiterführende Versuche könnten zur Ausschaltung dieser unerwünschten Effekte an Hunden mit künstlich, etwa durch Stenosierung einer Nierenarterie, erhöhtem Blutdruck ausgeführt werden.

Diskussion der einzelnen Relationen

1. Druckabfall in Relation zur Zeit (Abb.16. und Abb.17.)

Die graphische Darstellung der mittleren Druckmeßwerte der Versuche I mit VIII über der Zeitachse (Abb.16.) zeigt einen deutlichen Druckabfall unmittelbar nach der Operation. Das absolute Druckminimum wird am ersten postoperativen Tag erreicht; bis zum zweiten postoperativen Tag steigt der Druck wieder an, ohne die Ausgangswerte zu erreichen. Der postoperative Druckabfall ist repräsentativ für die Versuche I mit VII, Versuch VIII verlief negativ. Der weitere Druckabfall nach der unmittelbar postoperativen Messung erscheint für alle Versuche relevant, obwohl dieser Verlauf nur bei 57% (Versuche II,III,V,VII)

der hier betrachteten Versuche wirklich ausgemessen werden konnte. Bei Versuch VIII stellte sich heraus, daß die Einengung der Gefäße nicht geglückt war und daß daher auch keine signifikante Blutdruckänderung erwartet werden durfte. Der relative Blutdruckanstieg bis zum Meßtermin am zweiten postoperativen Tage muß als Artefakt angesehen werden, da hier nur die Werte von Versuch II zur "Mittelwertbestimmung" verwendet werden konnten. Beim Vergleich mit dem Druckverlaufsdiagramm des Versuches II (Abb.7.) zeigt sich ein anderes Bild: Nach der postoperativen Messung sinkt der Blutdruck bis zum Meßtermin am zweiten postoperativen Tag signifikant weiter ab. Dieser Druckänderungsverlauf ist auch bei anderen Versuchen mit genügend langer Meßdauer zu erwarten. So betrachten entsprechen die Ergebnisse der Versuche I mit VII durchaus den im Abschnitt "Arbeitshypothese" postulierten Erwartungen.

Die Druckabfallkurven der Versuche IX und X wurden auch in einem synoptischen Diagramm zusammengefasst (Abb.17.). Problem dieser Zusammenfassung war zunächst der Vergleich von Druckänderungscharakteristiken, die mittels verschiedener Einengungstechniken gewonnen wurden (Modifikation 1, bzw. Modifikation 2). Da aber beide Modifikationen aus der Grundüberlegung einer schonenderen Einengung durch eine breitere Verengungszone abgeleitet wurden, schien der Vergleich und die Synopse der beiden Versuche doch gerechtfertigt. Die Kurve der Abb.17. zeigt nun einen etwas anderen Verlauf als die, aus den Versuchen mit der Originaloperationstechnik gewonnene Darstellung der Abb.16.: Auf den postoperativen Druckabfall folgt ein relativer Druckanstieg bis zum relativen Druckmaximum bei der Messung am ersten postoperativen Tag. Darauf folgt ein erneuter Druckabfall bis zur Messung am letzten Meßtermin. Die Kurve weist sowohl ein relatives Druckminimum (postoperative Messung) als auch ein relatives Druckmaximum (1d postoperativ) auf.

Betrachtet man zum Vergleich die Druckdiagramme der Versuche IX und X (Abb.14. und Abb.15.) so fällt auf, daß Druckänderungen sich immer "in Etappen" mit dazwischensliegenden Intervallen gegensätzlicher Druckänderungen sozusagen in einer Art "Berg- und Talbahn-Verhalten" vollziehen. Diese Art des Druckänderungsverhaltens weisen auch die Diagramme der Versuche VII und VIII (Abb.12.und Abb.13.) auf.

Eine Erklärung dieses Verhaltens bietet die Anwendung allgemeiner regeltechnischer Prinzipien auf den speziellen Fall: Jedes echte Regelsystem ist nach dem Grundprinzip der "negativen Rückkoppelung" "verpolt" geschaltet. Durch diese Schaltung wird erreicht, daß jede Abweichung der Regelgröße vom Sollwert mit einer überschießenden Gegenregulation beantwortet wird. Durch die jeweils überschießende Gegenregulation kommt es zu einem wellenförmigen Einpendeln auf jeden Wert. Mit dem gleichen Prinzip ist auch das "Berg- und Talbahn-Verhalten" der Druckabfallkurven zu erklären: Jede durch die Fühlermanipulation erreichte Änderung des peripheren Blutdruckes pendelt sich zunächst wellenförmig auf einen bestimmten Blutdruckwert ein. Die Pendelschwingungen stellen neue Druckänderungen dar, auf die der Regler empfindlich und überschießend reagiert. Durch diese dauernden Änderungen sinkt der Blutdruck wellenförmig, nach der Art der "Berg- und Talbahn-Kurve" ab.

Es ist aber auch denkbar, daß bei diesen Schwingungen eine Art Resonanz auftritt und die Druckabfallintervalle sich gegenseitig aufschaukeln. Dann kann die Druckänderung über die Funktionsgrenzen des Regelkreises hinausgreifen und die Regelfunktion der Schaltung "mit negativem Feedback" in einen Circulus vitiosus mit "positivem Feedback" umschlagen. Diese "Funktionsumkehr" hätte unweigerlich den Tod des Individuums auf Grund des Blutdruckabfalles zur Folge.

Daß diese Funktionsumkehr schon bei relativ geringem Blutdruckabfall auftritt könnte eine Erklärung des rasch eintretenden Exitus der Versuchstiere sein. Dabei mag auch die verminderte Gehirndurchblutung eine Rolle spielen, obwohl beim Hund die Versorgung des Cerebrum hauptsächlich durch die Aa.vertebrales erfolgen soll. Daraus würde sich theoretisch sogar eine gewisse Mehrdurchblutung des Gehirns ableiten lassen, wenn man berücksichtigt, daß durch die Carotisstenose nach dem Kirchhoff'schen Gesetz der Stromverzweigung eine Stromstärkenvergrößerung im Vertebralisgebiet denkbar wäre.

2. Abhängigkeit der Druckänderung vom Verengungsgrad
(Abb.18.,Abb.19.,Abb.20)

In Abb.18.versuchten wir einen Zusammenhang zwischen relativer Gefäßeinengung und relativem Blutdruckabfall zu erhalten.

Der Druck ändert sich bei geringen Verengungen bis etwa 20% proportional zur Einengung der Gefäße. Bis zu 60% "Gesamtverengung" ändern sich diastolischer und systolischer Blutdruck nur wenig, während die Mitteldruckänderung konstant bleibt. Über 63% "Gesamtverengung" erfolgt zunächst eine Minderung der Druckänderungen, die sich aber über 90% "Gesamtverengung" in einen steilen Anstieg der Druckänderungskurve fortsetzt.

Sucht man nach einer Erklärung des eigentümlichen Kurvenverlaufes, so fällt zuerst der gerade Anstieg zu Beginn der Kurven auf. Da keine Zwischenwerte bis zum ersten Knick vorliegen, könnte man an ein Artefakt durch die zu geringe Zahl der Messungen denken. Nach der von Koch am Karotissinus gewonnenen "Blutdruckcharakteristik" (3) müßte sich ein ähnlicher Kurvenverlauf wie Abb.18. ergeben. Allerdings würde dann der Blutdruckabfall nicht schon beim Verengungsgrad "0" eintreten, sondern erst bei einem

gewissen "Schwellenwert" der Gefäßeinengung. Dies konnte durch unsere Versuche aber nicht geklärt werden, da dazu die Versuchsanzahl zu gering und der Versuchsaufbau nicht geeignet war.

Im weiteren Verlauf der Kurve ergibt sich ein Plateau. Möglicherweise zeigt hier das Regelsystem einen gewissen Bereich, wo es Sinusdruckänderungen tolerieren kann. Andererseits ist die Möglichkeit der individuellen Verschiedenheit der Blutdruckregelsysteme oder zumindest ihrer Parameter bei den einzelnen Versuchstieren nicht auszuschließen. Der Abfall der Kurvenlinien bei etwa 63% "Gesamtverengung" könnte auf einen weiteren Bereich des Reglers hindeuten, wo Sinusdruckänderungen durch überschießende Gegenregulationsmechanismen beantwortet werden. Im Bereich über 90% "Gesamtverengung" steigt die Kurve wieder steil an. Vermutlich würde die Kurve gegen 100% Druckminderung tendieren, wenn die Meßtermine entsprechend nah am Zeitpunkt des Todes des Versuchstieres liegen würden. Als Begründung für diese Annahme mag der Druckverlauf bei Versuch IX gelten, wo die Messung spät genug stattfand, sodaß der Druck am Ende der Messung gegen den Wert "0 mmHg" strebte.

4. Druckänderung in Abhängigkeit von der Verengung der a.carotis interna

Die graphische Darstellung verläuft zwischen den Abszissenwerten 20% und 60% in zwei verschiedenen Kurven, da bei den Versuchen IX und X die a.carotis interna jeweils um 40% verengt wurde. Diese beiden Versuche wurden mit modifizierten Operationsmethoden durchgeführt, sodaß sie eigentlich für die "Normalkurve" nicht relevant sind. Die Normalkurve müßte bei 40% Verengung einen auf der Verbindungslinie der beiden nächsten "Normalwerte" liegenden Wert aufweisen. Dieser "Normalwert bei 40% Verengung" liegt deutlich unter dem Druckabfallwert des Versuches IX, aber über dem des Versuches X.

Zieht man die Verengungswerte der a.carotis externa hinzu, so ist die a.carotis externa bei Versuch IX mit 50% gegenüber 75% bei Versuch X weniger verengt. Daraus folgt, daß die Verengung der a.carotis externa bei gleicher Einengung der a.carotis interna nicht unbedingt ausschlaggebend für das Ausmaß der Druckänderung ist. Vielmehr hängt die Größe des Druckabfalles zusätzlich von der Art der Verengungsmethode stark ab. Es zeigt sich, daß die Modifikation 1, wie sie bei Versuch IX angewandt wurde, bessere Ergebnisse bringt, als die ursprüngliche Operationsmethode, während diese der Modifikation 2 noch überlegen ist. Daher vermuten wir, daß die Breite der Einengungszone bei sonst gleichen Verengungsparametern eine wesentliche Rolle für den Grad des Druckabfalles spielt. Um diese Frage endgültig zu klären, müßten Vergleichsmessungen mit gleichen Verengungsparametern bei verschieden breiter Einengungszone angestellt werden.

5. Druckänderung in Abhängigkeit von der Verengung der a.carotis externa (Abb.20.)

Die Kurve zeigt ein ausgeprägtes Maximum bei etwa 50% Gefäßverengung und ein relatives Minimum bei etwa 70% Gefäßverengung um gegen 100% Einengung wieder anzusteigen. Auffallend ist das Auslaufen der Kurve in zwei Schenkeln: Versuch IV zeigt 100% Einengung der a.carotis externa bei 100% Einengung der a.carotis interna, während Versuch VII eine Verengung der a.carotis externa um 100% aufweist, wobei die a.carotis interna um nur 80% verengt wurde. Man kann aus dem Kurvenverlauf folgern, daß die Verengung der a.carotis interna von entscheidender Bedeutung für den Druckabfall ist: Bei 100% Verengung der a.carotis externa resultierte bei Versuch IV (Interna 100%) ein Druckabfall von 48%; dagegen bei Versuch VII (Interna 80%) ein Druckabfall von 26 %. Aus den Kurven der Abb.19. und Abb.20 kann geschlossen werden, daß für die Größe des Druckabfalles in erster Linie der Ver-

engungsgrad der a.carotis interna maßgebend ist. Diese These findet auch Unterstützung durch den Vergleich der Kurvenformen der Abbildungen 18., 19. und 20.:

Während die Kurvenformen der Abb.18 und der Abb.19 (mittlere Kurve) sich recht gut decken, unterscheidet sich die Kurve der Abb.20. von den übrigen Kurven durch das Fehlen des Plateaus in den Bereichen mittlerer Verengung. Das Fehlen des Plateaus läßt sich allerdings durch den Maximalwert des Versuches IX erklären. Die Modifikation 1 der Operationsmethode bringt aber bei allen drei diskutierten Darstellungen immer weit überdurchschnittliche Ergebnisse. Damit kann auch die Kurve der Abb.20. in das Bild der Kurven mit der "Plateauzone" bei mittlerem Verengungsgrad eingeordnet werden. Läßt man nun die komplizierten Zusammenhänge der Verengungsparameter untereinander völlig außer Acht, so kann man ein Prinzip für die verengungsabhängige Druckänderung angeben:

Der Ort der Verengung ist nur in geringem Maße für die Größe des Druckgradienten relevant, dieser hängt im Wesentlichen nur von der Größe des Verengungsgrades ab. Dieses Prinzip ist durch strömungsphysikalische Gesetze zu erklären: Für die Widerstandsänderung in einem Schlauchsystem und die dadurch verursachten Druck- und Wanddehnungsänderungen ist der Ort einer Widerstandsänderung ohne Bedeutung. Diese Thesen sind aber keineswegs als Dogmen aufzufassen, sondern es sollte lediglich der Versuch unternommen werden unsere Versuchsergebnisse in zusammenfassender Sicht mit einleuchtenden Erklärungen zu versehen.

Blutdruckamplitudenänderung in Abhängigkeit von der Mitteldruckänderung (Abb.21.)

Die graphische Darstellung der Blutdruckamplitudenänderung in Abhängigkeit von der Änderung des arteriellen Mitteldruckes zeigt ein gewisses "Treppenverhalten":

Ein erstes relatives Maximum erscheint bei dem Abszissenwert 22%. Darauf fällt die Kurve wieder ab bis zum ersten relativen Minimum beim Abszissenwert 26%. Es folgt ein Aufstieg mit Zwischenstufen bis zum absoluten Maximum bei der Mitteldruckänderung von 79%. Besondere Beachtung verdient, daß in der Kurve auch negative Amplitudenänderungen im Sinne einer Amplitudenzunahme auftreten. Außerdem scheint es bestimmte Bereiche der Mitteldruckänderung zu geben, wo die Blutdruckamplitude sich konträr zur Mitteldruckänderung verhält. Geht man von der Annahme aus, daß große Änderungsintervalle des arteriellen Mitteldruckes durch Änderungen gewisser Kreislaufparameter bewirkt werden, so kann man Zusammenhänge zwischen Mitteldruckänderung und Amplitudenänderung vermuten. Die Blutdruckamplitude hängt in erster Linie vom Gefäßwiderstand und damit vom Tonus der Gefäßmuskulatur, sowie vom Windkesselparameter ab. Damit ist die Herzfrequenz des Versuchstieres relevant für die Größe der Blutdruckamplitude. Durch die individuellen Schwankungen dieser Parameter lässt sich der etwas eigenartige Kurvenverlauf in Abb.21. verständlich machen. Innerhalb gewisser Grenzen scheint aber ein Zusammenhang von Mitteldruckänderung und Blutdruckamplitudenänderung vorhanden zu sein:

Sieht man von Stufen und Schwankungen in der Graphik ab, so kann man anhand der Abb.21. eine Steigerung der Amplitudenänderung mit zunehmender Mitteldruckänderung postulieren.

Zusammenfassung der Diskussion

Es werden die Ergebnisse unserer Versuche unter dem Aspekt der physiologischen Erklärung der aufgetretenen Effekte untersucht. Der theoretische Mechanismus des Blutdruckabfalles wird erläutert, die Todesursache der Tiere wird

physiologisch-pathologisch zu deuten versucht. Es werden die einzelnen synoptischen Darstellungen der Versuchsergebnisse diskutiert und es wird versucht die Ergebnisse besonders unter dem Gesichtspunkt der Regulationsphysiologie zu deuten. Es ergeben sich Zusammenhänge zwischen Verengungsgrad, Ort der Stenose und Druckabfall. Gewisse Relationen scheinen auch zwischen Änderungen der Blutdruckamplitude und der Mitteldruckänderung zu bestehen. Besonderes Problem der Versuche war, daß die Versuchstiere normoton waren und daher mit pathologischen Durchblutungsstörungen auf die Senkung des arteriellen Blutdruckes reagierten.

Die Bedeutung unserer Versuche für die Chirurgie der Hypertonie dürfte hauptsächlich bei der Beeinflussung des juvenilen Hochdruckes liegen.

Eine Erniedrigung eines Alterhochdruckes mit der angegebenen Methode dürfte nur in Ausnahmefällen möglich sein, da die atherosklerotischen Veränderungen der Gefäßwände beim Altershypertoniker Operationen an großen Gefäßen zu äußerst risikoreichen Eingriffen werden lassen. Die Möglichkeiten der untersuchten Methode dürften wohl vor allem bei der Beeinflussung des renalen Hypertonus liegen. Zur genaueren Klärung der Anwendungsmöglichkeiten schlagen wir weitere Versuche an Tieren mit nephrogener Hypertonie vor.

Zusammenfassung

Wir untersuchten an zehn Schäferhunden mittlerer Größe, ob eine Gefäßverengung im Gebiet der Karotisgefäße distal des Karotissinus zu einer Senkung des arteriellen Blutdruckes führt. Bei drei Versuchstieren wurden Carotis interna und Carotis externa beider Körperhälften mit Mersilene verengt, alle anderen Versuche wurden an den Carotiden einer Körperhälfte durchgeführt. Bei zwei Tieren wurde die Verengung auf einer breiteren Strecke mit einem breiten Band bzw. einer Manschette aus Polyäthylen vorgenommen. Die Blutdruckwerte wurden mit dem "Telco Manometer M 41 R" über einen induktiven Rezeptor auf blutige Weise in der A. femoralis gemessen. Als Schreiber verwendeten wir einen "Kompensograph" der Firma Siemens. Bei den meisten Versuchen wurden mehrere Meßreihen an verschiedenen Tagen registriert. Bei neun Versuchstieren resultierten positive Ergebnisse im Sinne einer Verminderung des peripheren Blutdruckes nach der Operation.

Ein Versuch verlief negativ, da sich wie bei der Sektion retrospektiv erkannt wurde, die einengende Mersileneschlinge gelöst hatte und keine Carotisstenose bestand. Bei den anderen neun Versuchen ergaben sich signifikante Blutdruckverminderungen, die bis zum Exitus des Versuchstieres bestehen blieben. Der Exitus der Versuchstiere trat ein oder zwei Tage nach der Operation ein. Als Todesursache vermuten wir ein Versagen des Regelkreises oder die Tatsache, daß die Versuche an normotonen Tieren durchgeführt wurden, für die die Blutdrucksenkung eine pathologische Hypotonie bedeutete.

Bei der Untersuchung der Zusammenhänge zwischen dem Grad der Gefäßverengung und dem Druckabfall zeigte sich, daß jedem "Verengungsgrad" ein bestimmter Druckgradient zugeordnet werden kann.

Betrachtet man den "Gesamtverengungsgrad" zusätzlich, so ergibt sich, daß das Verhältnis der Verengungsparameter der einzelnen Arterien auch von Bedeutung ist. Einfache Zusammenhänge, wie z.B. Proportionalverhalten konnten jedoch nicht gefunden werden.

Die chirurgische Bedeutung der Methode liegt wohl hauptsächlich bei der Korrektur eines nephrogenen Hypertonus, wobei die Methode nur an möglichst jugendlichen Gefäßen erfolgversprechend zu sein scheint. Wir schlagen daher weitere Versuche an Tieren mit einem künstlich, auf der Basis eines Goldblatt-Mechanismus, erzeugten renalen Hypertonus vor.

Literaturverzeichnis

- 1) ARNDT J. O., J. KLAUSKE, E.MERSCH, The diameter of the intact carotid artery in man and its change with pulse pressure
Pflügers Arch.ges.Physiol./ 301 (1968) 230
- 2) AVIADO D.M.jr., C.F.SCHMIDT, Reflexes from stretch receptors in blood vessels, heart and lungs
Physiol.Rev. 35 (1968) 247
- 3) BAUEREISEN E., H.DRIESCHEL, H.KRUG, U.PEIPER, u. L.SCHLICHER, Die Stabilität der Blutdruckregelung unter Narkose und Ganglienblockade Z.Biol.110 (1958) 309
- 4) FLEISCH A., physiologische Mechanismen der Regulierung des Blutdruckkreislaufes
Schweiz.med.Wschr. 16 (1935) 109
- 5) FRANK H., Kybernetik - Brücke zwischen den Wissenschaften, Umschau Verlag Frankfurt (1962)
- 6) GAUER O.H., Kreislauf des Blutes in LANDOIS-ROSEMAN, Lehrbuch der Physiologie des Menschen, Band 1 Urban und Schwarzenberg 1960
- 7) GAUER O.H. und E.GIENAPP
Science 112 (1950) 404
- 8) HERING H.E., Der Carotisdruckversuch
Münch.Med. Wschr.70 (1923) R 59
- 9) HEYMANS O. u. E.NEIL, Reflexogenic areas of the cardiovascular system
J.A. Churchill Ltd.London 1958
- 10) KALKOFF W. Fortschritte der Kenntnisse über die Blutdruckregulation
Regensburg, Jb.ärztl.Fortbild. 9 (1961) 1
- 11) KOCH E., Die reflektorische Selbststeuerung des Kreislaufes (Dresden und Leipzig 1931)
- 12) LEITZ K.H., J.O.ARNDT, Durchmesser-Druckbeziehung des intakten Gefäßgebietes der a. carotis communis von Katzen
Pflügers Arch.ges. Physiol. 301 (1966) 50

1.1) *What is the difference between a function and a procedure?*

A function is a subprogram that returns a value, while a procedure is a subprogram that does not return a value.

For example, `sqrt(4)` is a function call, and `sqrt(4)` is a procedure call.

1.2) *What is the difference between a function and a procedure?*

A function is a subprogram that returns a value, while a procedure is a subprogram that does not return a value.

1.3) *What is the difference between a function and a procedure?*

A function is a subprogram that returns a value, while a procedure is a subprogram that does not return a value.

1.4) *What is the difference between a function and a procedure?*

A function is a subprogram that returns a value, while a procedure is a subprogram that does not return a value.

For example, `sqrt(4)` is a function call, and `sqrt(4)` is a procedure call.

For example, `sqrt(4)` is a function call, and `sqrt(4)` is a procedure call.

1.5) *What is the difference between a function and a procedure?*

A function is a subprogram that returns a value, while a procedure is a subprogram that does not return a value.

For example, `sqrt(4)` is a function call, and `sqrt(4)` is a procedure call.

For example, `sqrt(4)` is a function call, and `sqrt(4)` is a procedure call.

For example, `sqrt(4)` is a function call, and `sqrt(4)` is a procedure call.

1.6) *What is the difference between a function and a procedure?*

A function is a subprogram that returns a value, while a procedure is a subprogram that does not return a value.

For example, `sqrt(4)` is a function call, and `sqrt(4)` is a procedure call.

1.7) *What is the difference between a function and a procedure?*

A function is a subprogram that returns a value, while a procedure is a subprogram that does not return a value.

For example, `sqrt(4)` is a function call, and `sqrt(4)` is a procedure call.

1.8) *What is the difference between a function and a procedure?*

A function is a subprogram that returns a value, while a procedure is a subprogram that does not return a value.

1.9) *What is the difference between a function and a procedure?*

A function is a subprogram that returns a value, while a procedure is a subprogram that does not return a value.

TABELLE I

=====

Versuch No. 1

Versuchszeit: Donnerstag 12.6.69
12⁰⁰ bis 16³⁰

Narkose: 1g Trapanal i.v.

Operation: Donnerstag 12.6.69
14⁰⁰ bis 14³⁰

Operationstechnik: Beidseitig
Externa:
50% - mittels Schätzung
Interna:
50% - mittels Schätzung

Daten

Uhr	p _s	p _m	p _d	Uhr	p _s	p _m	p _d
13 ¹⁰	180	170	160	14 ³⁰	110	100	85
13 ¹⁵	183	167	153	14 ³⁵	113	103	88
13 ²⁰	178	164	150	14 ⁴⁰	114	106	88
13 ²⁵	177	165	155	14 ⁴⁵	108	96	82
13 ³⁰	183	165	147	14 ⁵⁰	110	105	83
13 ³⁵	185	164	148	14 ⁵⁵	109	97	86
13 ⁴⁰	180	162	145	15 ⁰⁰	111	95	83
13 ⁴⁵	181	156	150	15 ⁰⁵	110	100	85
13 ⁵⁰	175	165	150	15 ¹⁰	109	102	87
13 ⁵⁵	180	165	152	15 ¹⁵	112	100	87
14 ⁰⁰	180	165	150	15 ²⁰	108	98	85

p_s systolischer Blutdruck (mmHg)
p_m mittlerer Blutdruck (mmHg)
p_d diastolischer Blutdruck (mmHg)

TABELLE II

=====

Versuch No. 2

Versuchszeit:

Dienstag 15.7.69

12³⁰ bis 16³⁰

Donnerstag 17.7.69

9⁰⁰ bis 11⁰⁰

Narkose:

1g Trapanal i.v.

Operation:

Dienstag 15.7.69

14⁰⁰ bis 14³⁰

Operationstechnik:

Beidseitig

Externa:

50% - mittels Schätzung

Interna:

50% - mittels Schätzung

Daten

Uhr	p _s	p _m	p _d	Uhr	p _s	p _m	p _d
12 ⁴⁵	195	173	165	13 ⁴⁰	180	160	150
12 ⁵⁰	190	175	165	13 ⁴⁵	190	180	160
12 ⁵⁵	185	170	160	13 ⁵⁰	195	160	150
13 ⁰⁰	188	170	160	13 ⁵⁵	190	170	160
13 ⁰⁵	190	172	165	14 ⁰⁰	190	170	160
13 ¹⁰	190	172	165	14 ⁰⁵	190	170	160
13 ¹⁵	195	180	170	14 ¹⁰	190	173	165
13 ²⁰	190	170	160	14 ¹⁵	190	170	160
13 ²⁵	190	170	165	14 ²⁰	193	175	164
13 ³⁰	195	170	165	14 ²⁵	195	175	167
13 ³⁵	187	175	160	14 ³⁰	195	175	170

TABELLE II
=====

Daten (Fortsetzung)

15.7.69

Uhr	p _s	p _m	p _d
14 ³⁵	166	145	130
14 ⁴⁰	160	145	135
14 ⁴⁵	155	140	130
14 ⁵⁰	160	140	135
14 ⁵⁵	150	142	135
15 ⁰⁰	160	140	135
15 ⁰⁵	150	140	130
15 ¹⁰	150	140	130
15 ¹⁵	155	140	135
15 ²⁰	150	135	125

17.7.69

Uhr	p _s	p _m	p _d
9 ³⁰	160	146	134
9 ³⁵	160	146	134
9 ⁴⁰	150	144	130
9 ⁴⁵	150	140	130
9 ⁵⁰	150	130	125
9 ⁵⁵	140	130	125
10 ⁰⁵	135	125	120
10 ¹⁰	130	125	115
10 ¹⁵	135	125	115
10 ²⁰	135	125	115

p_s systolischer Blutdruck
p_m mittlerer Blutdruck
p_d diastolischer Blutdruck

TABELLE III

=====

Versuch No. 3

Versuchszeit: Dienstag 19.8.69
 10⁰⁰ bis 14⁰⁰
 Mittwoch 20.8.69
 8³⁰ bis 10⁰⁰
 Narkose: 1g Trapanal i.v.
 Operation: Dienstag 19.8.69
 10⁴⁵ bis 11¹²
 Operationstechnik: Beidseitig
 Externa:
 50% - mittels Schätzung
 Interna:
 50% - mittels Schätzung

Daten

Uhr	p _s	p _m	p _d	Uhr	p _s	p _m	p _d
10 ⁰⁰	210	200	190	10 ⁵⁰	185	160	145
10 ⁰⁵	210	203	190	10 ⁵⁵	185	160	145
10 ¹⁰	210	200	190	11 ⁰⁰	185	160	145
10 ¹⁵	210	200	190	11 ⁰⁵	190	175	160
10 ²⁰	205	198	192	11 ¹⁰	190	170	160
10 ²⁵	210	200	190	11 ¹⁵	185	170	160
10 ³⁰	205	197	190	11 ²⁰	175	165	160
10 ³⁵	210	198	192	11 ²⁵	180	165	160
10 ⁴⁰	210	200	190	11 ³⁰	180	165	160
10 ⁴⁵	210	200	190	11 ³⁵	180	160	150

TABELLE III
=====

Daten (Fortsetzung)

19.8.69				20.8.69			
Uhr	P _s	P _m	P _d	Uhr	P _s	P _m	P _d
11 ⁴⁰	170	160	150	9 ⁰⁰	110	100	90
11 ⁴⁵	175	160	150	9 ⁰⁵	110	100	90
11 ⁵⁰	180	165	155	9 ¹⁰	110	100	90
11 ⁵⁵	185	165	160	9 ¹⁵	116	106	96
12 ⁰⁰	185	170	160	9 ²⁰	116	110	100
12 ⁰⁵	180	170	160	9 ²⁵	120	114	104
12 ¹⁰	175	170	165	9 ³⁰	124	116	110
12 ¹⁵	185	175	160	9 ³⁵	120	114	104
12 ²⁰	170	160	150	9 ⁴⁰	120	114	104
12 ²⁵	170	160	150	9 ⁴⁵	120	114	104

p_s systolischer Blutdruck
 p_m mittlerer Blutdruck
 p_d diastolischer Blutdruck
 gemessen in mmHg

TABELLE IV
=====

Versuch No. 4

Versuchszeit: Mittwoch 20.8.69
10⁴⁵ bis 16³⁰

Markose: Trapanal
15 in 500 ccm 5% Glukose
als Tropfinfusion
Tropfgeschwindigkeit: 28 Tr./min.

Operation: Mittwoch 20.8.69
12⁰⁰ bis 12³⁵

Operationstechnik: Einseitig links
Beide Carotiden wurden mit
Mersilene völlig abgebunden.
Verengung: 100%

Daten

Uhr	p _s	p _m	p _d	Uhr	p _s	p _m	p _d
11 ¹⁰	95	92	85	12 ³⁵	85	85	82
11 ¹⁵	100	95	90	12 ⁴⁰	90	87	85
11 ²⁰	100	95	90	12 ⁴⁵	90	85	85
11 ²⁵	105	95	85	12 ⁵⁰	87	35	82
11 ³⁰	105	95	85	12 ⁵⁵	86	85	82
11 ³⁵	105	96	85	13 ⁰⁰	86	85	82
11 ⁴⁰	100	94	85	13 ⁰⁵	86	83	82
11 ⁴⁵	100	95	85	13 ¹⁰	85	83	80
11 ⁵⁰	95	91	85	13 ¹⁵	85	83	80
11 ⁵⁵	100	95	85	13 ²⁰	85	83	80

TABELLE IV

=====

Daten (Fortsetzung)

Uhr	p _s	p _m	p _d	Uhr	p _s	p _m	p _d
13 ²⁵	86	84	82	15 ⁰⁵	85	73	65
13 ³⁰	86	83	82	15 ¹⁰	73	71	68
13 ³⁵	85	83	80	15 ¹⁵	85	70	65
13 ⁴⁰	85	83	80	15 ²⁰	68	65	63
13 ⁴⁵	85	83	80	15 ²⁵	66	63	60
13 ⁵⁰	85	83	80	15 ³⁰	62	60	58
13 ⁵⁵	85	82	80	15 ³⁵	62	60	58
14 ⁰⁰	83	81	78	15 ⁴⁰	63	61	59
14 ⁰⁵	83	81	78	15 ⁴¹	60	59	56
14 ¹⁰	83	81	78	15 ⁴³	55	54	50
14 ¹⁵	82	80	76	15 ⁴⁵	55	52	50
14 ²⁰	78	76	74	15 ⁴⁶	52	50	48
14 ²⁵	78	77	75	15 ⁵⁰	47	45	42
14 ³⁰	82	81	78	15 ⁵¹	45	43	40
14 ³⁵	82	80	78	15 ⁵³	42	40	38
14 ⁴⁰	82	79	76	15 ⁵⁵	45	42	40
14 ⁴⁵	80	79	77	15 ⁵⁶	50	47	45
14 ⁵⁰	81	79	77	15 ⁵⁷	50	48	45
14 ⁵⁵	85	77	79	16 ⁰⁰	54	52	50
15 ⁰⁰	77	75	72	16 ⁰⁵	57	56	55
15 ⁰²	76	74	72	16 ¹⁰	60	58	57
15 ⁰³	76	73	70	16 ¹⁵	60	58	57

p_s systolischer Blutdruck (mmHg)
 p_m mittlerer Blutdruck (mmHg)
 p_d diastolischer Blutdruck (mmHg)

TABELLE V

=====

Versuch No. 5

Versuchszeit: Dienstag 16.9.69
12³⁰ bis 16¹⁵
Mittwoch 17.9.69
9⁰⁰ bis 10³⁰

Narkose: Trapanal
1g in 500 ccm 5% Glukose
als Tropfinfusion
Tropfgeschwindigkeit: 28 Tr./min.

Operation: Dienstag 16.9.69
13⁴⁵ bis 14¹⁵

Operationstechnik: Einseitig links
Externa:
Hegar 3 auf Hegar 1 66,6 %
Interna:
Hegar 5 auf Hegar 2 60,0 %

Daten

Uhr	p _s	p _m	p _d	Uhr	p _s	p _m	p _d
13 ⁰⁰	160	142	140	13 ⁵⁰	160	148	140
13 ⁰⁵	150	142	130	13 ⁵⁵	154	148	136
13 ¹⁰	156	142	134	14 ⁰⁰	152	148	136
13 ¹⁵	160	146	140	14 ⁰⁵	160	150	140
13 ²⁰	160	146	140	14 ¹⁰	152	148	136
13 ²⁵	160	146	140	14 ¹⁵	152	148	136
13 ³⁰	155	146	135	14 ²⁰	160	152	140
13 ³⁵	150	140	135	14 ²⁵	160	152	140
13 ⁴⁰	152	142	134	14 ³⁰	160	152	140
13 ⁴⁵	150	142	136	14 ³⁵	160	152	140

TABELLE V

=====

Daten (Fortsetzung)

16.9.69

Uhr	p _s	p _m	p _d	Uhr	p _s	p _m	p _d
14 ⁴⁰	160	152	140	15 ²⁵	154	150	136
14 ⁴⁵	160	152	140	15 ³⁰	154	150	136
14 ⁵⁰	160	152	140	15 ³⁵	152	148	134
14 ⁵⁵	160	152	140	15 ⁴⁰	152	148	134
15 ⁰⁰	160	152	140	15 ⁴⁵	152	148	134
15 ⁰⁵	160	152	140	15 ⁵⁰	150	144	134
15 ¹⁰	160	152	140	15 ⁵⁵	150	144	134
15 ¹⁵	160	152	140	16 ⁰⁰	152	148	134
15 ²⁰	160	152	140	16 ⁰⁵	152	150	136

17.9.69

Uhr	p _s	p _m	p _d	Uhr	p _s	p _m	p _d
9 ³⁰	96	90	80	9 ⁵⁵	96	90	80
9 ³⁵	90	88	74	10 ⁰⁰	96	90	80
9 ⁴⁰	92	88	80	10 ⁰⁵	96	90	80
9 ⁴⁵	96	90	80	10 ¹⁰	96	90	80
9 ⁵⁰	96	90	80	10 ¹⁵	94	88	74

p_s systolischer Blutdruck (mmHg)
 p_m mittlerer Blutdruck (mmHg)
 p_d diastolischer Blutdruck (mmHg)

TABELLE VI

=====

Versuch No. 6

Versuchszeit:

Mittwoch 17.9.69

10⁰⁰ bis 16⁰⁰

Narkose:

Trapanal

1g in 500 ccm 5% Glukose

als Tropfinfusion

Tropfgeschwindigkeit: 28 Tr./min.

Operation:

11⁰⁰ bis 11³⁰

Operationstechnik:

Einseitig links

Externa:

Hegar 4 auf Hegar 0

100 %

Interna:

Hegar 5 auf Hegar 1

80 %

Daten

Uhr	p _s	p _m	p _d	Uhr	p _s	p _m	p _d
10 ¹⁵	150	140	130	11 ³⁰	150	140	130
10 ²⁰	150	142	130	11 ³⁵	150	144	130
10 ²⁵	150	140	130	11 ⁴⁰	146	140	128
10 ³⁰	150	145	130	11 ⁴⁵	148	136	126
10 ³⁵	150	135	130	11 ⁵⁰	146	138	126
10 ⁴⁰	150	135	130	11 ⁵⁵	148	140	128
10 ⁴⁵	150	135	130	12 ⁰⁰	148	140	128
10 ⁵⁰	150	135	130	12 ⁰⁵	148	140	128
10 ⁵⁵	150	140	130	12 ¹⁰	148	140	128
11 ⁰⁰	150	144	130	12 ¹⁵	144	136	126

TABELLE VI
=====

Daten (Fortsetzung)

Uhr	p _s	p _m	p _d	Uhr	p _s	p _m	p _d
12 ¹⁵	144	136	126	14 ³⁵	120	110	104
12 ³⁰	144	140	128	14 ⁴⁰	112	104	96
12 ⁴⁵	140	130	120	14 ⁴⁵	110	104	94
13 ⁰⁰	136	130	120	14 ⁵⁰	110	102	92
13 ¹⁰	136	130	120	14 ⁵⁵	105	94	86
13 ²⁰	136	125	120	15 ⁰⁰	100	92	84
13 ³⁰	132	125	116	15 ⁰⁵	94	90	80
13 ⁴⁰	132	125	120	15 ¹⁰	92	88	76
13 ⁵⁰	130	122	114	15 ¹⁵	88	82	72
14 ⁰⁰	130	124	114	15 ²⁰	88	82	72
14 ¹⁰	128	120	112	15 ²⁵	88	80	72
14 ²⁰	124	116	112	15 ³⁰	88	80	72
14 ³⁰	120	114	104				

p_s systolischer Blutdruck (mmHg)
 p_m mittlerer Blutdruck (mmHg)
 p_d diastolischer Blutdruck (mmHg)

TABELLE VII

=====

Versuch No. 7

Versuchszeit:

Donnerstag 18.9.69

11⁰⁰ bis 17⁰⁰

Freitag 19.9.69

8⁰⁰ bis 9³⁰

Narkose:

Trapanal

1g in 500 ccm 5% Glukose

als Tropfinfusion

Tropfgeschwindigkeit: 28 Tr./min.

Operation:

12¹⁰ bis 12³⁰

Operationstechnik:

Einseitig links

Externa:

Hegar 4 auf Hegar 3

25 %

Interna:

Hegar 5 auf Hegar 4

20 %

Daten

Uhr	p _s	p _m	p _d	Uhr	p _s	p _m	p _d
11 ¹⁰	190	180	170	12 ⁰⁰	190	180	170
11 ¹⁵	190	180	170	12 ⁰⁵	200	190	180
11 ²⁰	190	180	170	12 ¹⁰	200	190	180
11 ²⁵	190	178	170	12 ¹⁵	200	190	180
11 ³⁰	180	175	165	12 ²⁰	200	188	180
11 ³⁵	184	176	164	12 ²⁵	200	190	180
11 ⁴⁰	190	180	170	12 ³⁰	190	180	170
11 ⁴⁵	184	180	168	12 ³⁵	200	190	180
11 ⁵⁰	190	180	170	12 ⁴⁵	200	190	180
11 ⁵⁵	190	180	170	13 ⁰⁰	190	180	170

TABELLE VII

=====

Daten (Fortsetzung)

18.9.69

Uhr	p_s	p_m	p_d
16 ⁰⁰	114	108	100
16 ⁰⁵	116	108	100
16 ¹⁰	114	108	98
16 ¹⁵	116	108	98
16 ²⁰	116	108	98
16 ²⁵	116	108	98
16 ³⁰	116	108	98
16 ³⁵	110	105	95
16 ⁴⁰	114	105	98
16 ⁴⁵	115	105	95

19.9.69

Uhr	p_s	p_m	p_d
8 ¹⁵	150	130	120
8 ²⁰	140	130	120
8 ²⁵	140	130	120
8 ³⁰	140	125	115
8 ³⁵	135	125	120
8 ⁴⁰	150	135	125
8 ⁴⁵	150	135	125
8 ⁵⁰	150	140	130
8 ⁵⁵	140	135	130
9 ⁰⁰	140	135	130

p_s systolischer Blutdruck (mmHg)
 p_m Mitteldruck (mmHg)
 p_d diastolischer Blutdruck (mmHg)

TABELLE VIII
=====

Versuch No. 8

Versuchszeit:	Dienstag 30.9.69 10 ⁰⁰ bis 13 ¹⁵ Mittwoch 1.10.69 9 ⁰⁰ bis 10 ³⁰
Narkose:	Trapanal 1g in 500 ccm 5% Glukose als Tropfinfusion Tropfgeschwindigkeit: 28 Tr./min.
Operation:	Dienstag 30.9.69 11 ⁰⁰ bis 11 ³⁰
Operationstechnik:	Einseitig links Externa und Interna Ligatur löste sich Verengung 0 %

Daten

Uhr	p _s	p _m	p _d	Uhr	p _s	p _m	p _d
10 ¹⁵	160	150	130	11 ⁰⁵	150	140	130
10 ²⁰	160	150	130	11 ¹⁰	130	125	120
10 ²⁵	150	140	130	11 ¹⁵	120	115	110
10 ³⁰	150	140	130	11 ²⁰	130	125	120
10 ³⁵	160	148	130	11 ²⁵	140	130	125
10 ⁴⁰	150	145	130	11 ³⁰	170	160	150
10 ⁴⁵	160	150	130	11 ³⁵	170	162	154
10 ⁵⁰	160	150	130	11 ⁴⁰	168	160	150
10 ⁵⁵	160	150	130	11 ⁴⁵	168	160	150
11 ⁰⁰	160	150	130	11 ⁵⁰	170	160	152

TABELLE VIII
=====

Daten (Fortsetzung)

30.9.69

Uhr	P _s	P _m	P _d
12 ³⁰	176	170	160
12 ³⁵	176	170	160
12 ⁴⁰	176	170	160
12 ⁴⁵	176	160	144
12 ⁵⁰	176	170	160
12 ⁵⁵	170	168	160
13 ⁰⁰	176	170	160
13 ⁰⁵	172	170	160
13 ¹⁰	176	170	160
13 ¹⁵	176	170	160

1.10.69

Uhr	P _s	P _m	P _d
9 ³⁰	150	140	130
9 ³⁵	154	140	128
9 ⁴⁰	160	142	128
9 ⁴⁵	160	142	120
9 ⁵⁰	154	145	128
9 ⁵⁵	170	150	130
10 ⁰⁰	160	145	130
10 ⁰⁵	160	140	120
10 ¹⁰	154	140	128
10 ¹⁵	160	143	130

P_s systolischer Blutdruck (mmHg)
P_m mittlerer Blutdruck (mmHg)
P_d diastolischer Blutdruck (mmHg)

TABELLE IX

=====

Versuch No. 9

Versuchszeit:

Mittwoch 1.10.69

10⁰⁰ bis 16³⁰

Donnerstag 2.10.69

11¹⁵ bis 12⁴⁵

Freitag 3.10.69

9⁰⁰ bis 10³⁰

Narkose:

Trapanal

1g in 500 ccm 5% Glukose

als Tropfinfusion

Tropfgeschwindigkeit: 28 Tr./min.

Operation:

Mittwoch 1.10.69

11¹⁵ bis 11⁴⁵

Operationstechnik:

Einseitig links

Externa:

Hegar 4 auf Hegar 2 50 %

Interna:

Hegar 5 auf Hegar 3 40 %

Die Einengung wurde mit einem 1,5 cm breiten Leinenband vorgenommen.

Daten

Uhr	p _s	p _m	p _d	Uhr	p _s	p _m	p _d
10 ³⁰	140	130	120	10 ⁵⁵	140	128	120
10 ³⁵	136	130	122	11 ⁰⁰	145	132	125
10 ⁴⁰	140	130	120	11 ⁰⁵	140	130	120
10 ⁴⁵	150	135	120	11 ¹⁰	138	130	122
10 ⁵⁰	140	130	120	11 ¹⁵	140	132	125

TABELLE IX
=====

Daten (Fortsetzung 1)

1.10.69

Uhr	p _s	p _m	p _d	Uhr	p _s	p _m	p _d
11 ²⁰	150	148	130	13 ⁴⁰	125	120	115
11 ²⁵	155	150	135	13 ⁴⁵	120	118	114
11 ³⁰	150	146	130	13 ⁵⁰	114	108	100
11 ³⁵	155	150	135	13 ⁵⁵	100	96	84
11 ⁴⁰	160	150	140	14 ⁰⁰	96	90	84
11 ⁴⁵	160	150	140	14 ⁰⁵	84	75	70
11 ⁵⁰	160	150	140	14 ¹⁰	74	68	64
11 ⁵⁵	160	150	140	14 ¹²	70	65	62
12 ⁰⁰	160	150	140	14 ¹⁴	65	60	55
12 ⁰⁵	160	150	130	14 ¹⁶	64	58	53
12 ¹⁰	170	154	140	14 ¹⁸	64	58	53
12 ¹⁵	170	154	140	14 ²⁰	60	55	50
12 ²⁰	170	154	140	14 ²²	57	55	50
12 ²⁵	160	150	140	14 ²⁴	56	52	46
12 ³⁰	160	150	140	14 ²⁶	52	45	42
12 ³⁵	160	150	140	14 ²⁸	48	42	38
12 ⁴⁰	160	150	140	14 ³⁰	47	44	37
12 ⁴⁵	160	150	140	14 ³²	45	39	35
12 ⁵⁰	165	152	145	14 ³⁴	44	35	33
12 ⁵⁵	154	148	134	14 ³⁶	42	35	30
13 ⁰⁰	150	140	130	14 ³⁸	40	35	30
13 ⁰⁵	148	140	130	14 ⁴⁰	38	33	28
13 ¹⁰	146	140	130	14 ⁴²	35	29	25
13 ¹⁵	144	138	130	14 ⁴⁴	35	29	25
13 ²⁰	136	130	120	14 ⁴⁶	35	29	25
13 ²⁵	132	128	120	14 ⁴⁸	35	29	25
13 ³⁰	130	126	120	14 ⁵⁰	35	29	25
13 ³⁵	128	125	118	14 ⁵²	35	29	25

TABELLE IX
=====

Daten (Fortsetzung 2)

1.10.69

Uhr	p _s	p _m	p _d
15 ⁰⁰	30	23	20
15 ⁰⁵	28	22	18
15 ¹⁰	30	25	20
15 ¹⁵	50	45	40
15 ²⁰	90	85	80
15 ²⁵	85	79	75
15 ³⁰	68	60	55
15 ³⁵	60	50	45
15 ⁴⁰	57	50	45
15 ⁴⁵	60	50	45

2.10.69

Uhr	p _s	p _m	p _d
11 ⁴⁵	120	112	104
11 ⁵⁰	120	115	105
11 ⁵⁵	118	112	100
12 ⁰⁰	120	115	107
12 ⁰⁵	122	115	110
12 ¹⁰	122	115	110
12 ¹⁵	118	115	107
12 ²⁰	120	112	100
12 ²⁵	120	110	104
12 ³⁰	122	115	108

3.10.69

Uhr	p _s	p _m	p _d
9 ³⁰	35	30	25
9 ³⁵	33	27	24
9 ⁴⁰	30	25	20
9 ⁴⁵	33	27	24
9 ⁵⁰	30	25	20
9 ⁵⁵	33	27	24

Uhr	p _s	p _m	p _d
10 ⁰⁰	37	30	22
10 ⁰⁵	35	27	20
10 ¹⁰	35	30	25
10 ¹⁵	37	30	22

p_s systolischer Blutdruck
p_m mittlerer Blutdruck
p_d diastolischer Blutdruck
gemessen in mmHg

TABELLE X

=====

Versuch No.10

Versuchszeit: Donnerstag 2.10.69
 13⁰⁰ bis 16³⁰
 Freitag 3.10.69
 10⁰⁰ bis 11⁰⁰

Narkose: Trapanal
 1g in 500 ccm 5 % Glukose als
 Tropfinfusion
 Tropfgeschwindigkeit: 28 Tr./min.

Operation: Donnerstag 2.10.69
 13⁴⁵ bis 14¹⁵

Operationstechnik: Einseitig links
 Externa:
 Hegar 4 auf Hegar 1 75 %
 Interna:
 Hegar 5 auf Hegar 3 40 %
 Die Einengung wurde mittels eines
 aufgeschnittenen Kunststoffröhrchens
 vorgenommen.

Daten

Uhr	p _s	p _m	p _d	Uhr	p _s	p _m	p _d
13 ⁰⁰	150	140	130	13 ⁵⁰	160	150	140
13 ⁰⁵	150	140	130	13 ⁵⁵	165	150	140
13 ¹⁰	150	140	130	14 ⁰⁰	167	155	144
13 ¹⁵	150	140	130	14 ⁰⁵	160	150	140
13 ²⁰	155	140	130	14 ¹⁰	165	150	140
13 ²⁵	150	140	130	14 ¹⁵	140	130	120
13 ³⁰	155	140	130	14 ²⁰	126	122	117
13 ³⁵	150	145	135	14 ²⁵	126	122	116
13 ⁴⁰	150	145	135	14 ³⁰	116	110	104
13 ⁴⁵	150	140	130				

TABELLE X

=====

Daten (Fortsetzung)

2.10.69

Uhr	p _s	p _m	p _d	Uhr	p _s	p _m	p _d
14 ³⁵	110	106	98	15 ²⁵	126	120	116
14 ⁴⁰	110	106	98	15 ³⁰	116	112	104
14 ⁴⁵	120	110	105	15 ³⁵	110	105	100
14 ⁵⁰	135	128	122	15 ⁴⁰	116	112	104
14 ⁵⁵	130	126	120	15 ⁴⁵	116	112	104
15 ⁰⁰	135	128	122	15 ⁵⁰	120	110	105
15 ⁰⁵	124	120	114	15 ⁵⁵	116	112	104
15 ¹⁰	138	130	126	16 ⁰⁰	120	115	110
15 ¹⁵	126	120	114	16 ⁰⁵	120	115	110
15 ²⁰	126	120	114	16 ¹⁰	116	110	106

3.10.69

Uhr	p _s	p _m	p _d	p _s	systolischer Blutdruck
10 ⁰⁰	120	112	105	p _m	mittlerer Blutdruck
10 ⁰⁵	120	110	100	p _d	diastolischer Blutdruck
10 ¹⁰	122	110	105	gemessen in mmHg	
10 ¹⁵	120	110	100		
10 ²⁰	120	110	100		
10 ²⁵	125	112	105		
10 ³⁰	125	112	105		
10 ³⁵	125	112	105		
10 ⁴⁰	120	110	100		
10 ⁴⁵	120	110	100		

Lebenslauf

Als Sohn des Exportkaufmanns Josef Fabian-Krause und seiner Ehefrau Hedwig, geb. Fischer wurde ich am 12. März 1947 in Labau in Nordböhmen geboren. Nach unserer Vertreibung im November 1947 nach Kaufbeuren im Allgäu trat ich 1953 in die dortige Volksschule ein. 1957 wechselte ich in die Oberrealschule Kaufbeuren über, die ich 1966 mit dem Abitur abschloß. Im November 1966 nahm ich an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg das Studium der Medizin auf. Nach dem Sommersemester 1967 legte ich das Vorphysikum, nach dem Wintersemester 1968/69 das Physikum ab. Im Sommersemester 1969 bewarb ich mich um eine Doktorarbeit in der chirurgischen Universitätsklinik. Im Sommer 1972 beschloß ich mein Studium mit dem Staatsexamen.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990